Rotary Encoders	Linear Encoders	Motion	System



D Seite 2 - 94

GB Page 95 - 188

CEV-65
COV-65



CES-65
COS-65

- Software/Support CD: 490-01001
  - Soft-No.: 490-00423

5617

Benutzerhandbuch / *User Manual*

Single-Turn / Multi-Turn
Absolute rotary encoder series Cxx-65 with POWERLINK V2.0 interface

- Zusätzliche Sicherheitshinweise
- Installation
- Inbetriebnahme
- Konfiguration / Parametrierung
- Fehlerursachen und Abhilfen

- *Additional safety instructions*
- *Installation*
- *Commissioning*
- *Configuration / Parameterization*
- *Cause of faults and remedies*



TR - ECE - BA - DGB - 0071 - 01 12/19/2008

TR-Electronic GmbH
D-78647 Trossingen
Eglishalde 6
Tel.: (0049) 07425/228-0
Fax: (0049) 07425/228-33
E-mail: info@tr-electronic.de
http://www.tr-electronic.de

Urheberrechtsschutz

Änderungsvorbehalt

Jegliche Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.

Dokumenteninformation

Ausgabe-/Rev.-Datum:	12/19/2008
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR - ECE - BA - DGB - 0071 - 01
Dateiname:	TR-ECE-BA-DGB-0071-01.DOC
Verfasser:	MÜJ

Schreibweisen

Kursive oder **fette** Schreibweise steht für den Titel eines Dokuments oder wird zur Hervorhebung benutzt.

`Courier`-Schrift zeigt Text an, der auf dem Display bzw. Bildschirm sichtbar ist und Menüauswahlen von Software.

" < > " weist auf Tasten der Tastatur Ihres Computers hin (wie etwa <RETURN>).

Marken

Genannte Produkte, Namen und Logos dienen ausschließlich Informationszwecken und können Warenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer sein, ohne dass eine besondere Kennzeichnung erfolgt.

Inhaltsverzeichnis





Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	15.08.08	00
- Unterstützung von SDO Kommunikation über EPL ASnd Frames - Objekte 1C14 und 2007 hinzugefügt, Objekt 6008 entfernt - 64 Bit Parameter aufgeteilt in 2x 32 Bit Parameter	19.12.08	01

1 Allgemeines

Das vorliegende Benutzerhandbuch beinhaltet folgende Themen:

- Ergänzende Sicherheitshinweise zu den bereits in der Montageanleitung definierten grundlegenden Sicherheitshinweisen
- Elektrische Kenndaten
- Installation
- Inbetriebnahme
- Konfiguration / Parametrierung
- Fehlerursachen und Abhilfen

Da die Dokumentation modular aufgebaut ist, stellt dieses Benutzerhandbuch eine Ergänzung zu anderen Dokumentationen wie z.B. Produktdatenblätter, Maßzeichnungen, Prospekte und der Montageanleitung etc. dar.

Das Benutzerhandbuch kann kundenspezifisch im Lieferumfang enthalten sein, oder kann auch separat angefordert werden.

1.1 Geltungsbereich

Dieses Benutzerhandbuch gilt ausschließlich für folgende Mess-System-Baureihen mit ***POWERLINK V2.0*** Schnittstelle:

- CEV-65
- CES-65
- COV-65
- COS-65

Die Produkte sind durch aufgeklebte Typenschilder gekennzeichnet und sind Bestandteil einer Anlage.

Es gelten somit zusammen folgende Dokumentationen:

- anlagenspezifische Betriebsanleitungen des Betreibers,
- dieses Benutzerhandbuch,
- und die bei der Lieferung beiliegende Montageanleitung **TR-ECE-BA-DGB-0046**



1.2 Referenzen

1.	EN 50325-4	Industrielle-Kommunikations-Systeme, basierend auf ISO 11898 (CAN) für Controller-Device Interfaces. Teil 4: CANopen
2.	CiA DS-301	CANopen Kommunikationsprofil auf CAL basierend
3.	CiA DS-406	CANopen Profil für Encoder
4.	IEC/PAS 62408	Real-time Ethernet Powerlink (EPL); International Electrotechnical Commission
5.	IEC 61158-300	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 300: Data Link Layer service definition
6.	IEC 61158-400	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 400: Data Link Layer protocol specification
7.	IEC 61158-500	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 500: Application Layer service definition
8.	IEC 61158-600	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 600: Application Layer protocol specification
9.	IEC 61784-2	Digital data communications for measurement and control - Additional profiles for ISO/IEC 8802-3 based communication networks in real-time applications
10.	ISO/IEC 8802-3	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications
11.	ISO 15745-4 AMD 2	Industrial automation systems and integration - Open systems application integration framework - Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems; Amendment 2: Profiles for Modbus TCP, EtherCAT and ETHERNET Powerlink
12.	IEEE 1588-2002	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems
13.	RFC768	Definiert das User Datagram Protocol (UDP)
14.	RFC791	Definiert das Internet Protocol (IP)
15.	RFC1213	Definiert u.a. die IP Group und Interface Group

1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe

CEV	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung ≤ 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Vollwelle
COV	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung > 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Vollwelle
CES	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung ≤ 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Sackloch
COS	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung > 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Sackloch
EG	***E***uropäische ***G***emeinschaft
EMV	***E***lektro-***M***agnetische-***V***erträglichkeit
ESD	Elektrostatische Entladung (***E***lectro ***S***tatic ***D***ischarge)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
ISO	***I***nternational ***S***tandard ***O***rganisation
PAS	***P***ublicly ***A***vailable ***S***pecification
VDE	***V***erein ***D***eutscher ***E***lektrotechniker



Bus-spezifisch

ASnd	Asynchronous Send (EPL Frame Typ)
Broadcast	Mehrpunktverbindung, die Nachricht wird an alle Teilnehmer im Netzwerk gesendet.
CAN	***C***ontroller ***A***rea ***N***etwork. Datenstrecken-Schicht-Protokoll für serielle Kommunikation, beschrieben in der ISO 11898.
CiA	CAN in Automation. Internationale Anwender- und Hersteller-vereinigung e.V.: gemeinnützige Vereinigung für das Controller Area Network (CAN).
CN	***C***ontrolled ***N***ode: Knoten im EPL Netzwerk, ohne die Fähigkeit das „Slot Communication Network Management“ zu steuern (Slave).
CSMA/CD	***C***arrier ***S***ense ***M***ultiple ***A***ccess with ***C***ollision ***D***etection
DNS	***D***omain ***N***ame ***S***ystem, Namensauflösung in eine IP-Adresse
EDS	***E***lectronic-***D***ata-***S***heet (elektronisches Datenblatt)
EPL	***E***thernet ***P***ower***L***ink
EPSG	***E***THERNET ***P***owerlink ***S***tandardization ***G***roup
Hub	Ein Hub verbindet unterschiedliche Netzwerksegmente miteinander, z.B. in einem Ethernet-Netzwerk.
IAONA	***I***ndustrial ***A***utomation ***O***pen ***N***etworking ***A***lliance
MN	***M***anaging ***N***ode: Knoten im EPL Netzwerk, mit der Fähigkeit das „Slot Communication Network Management“ zu steuern (Master).
Multicast	Mehrpunktverbindung, die Nachricht wird an eine bestimmte Gruppe von Teilnehmern gesendet.
NMT	Network Management. Eines der Serviceelemente in der Anwendungsschicht im CAN Referenz-Model. Führt die Initialisierung, Konfiguration und Fehlerbehandlung im Busverkehr aus.
PDO	Process Data Object. Objekt für den Datenaustausch zwischen mehreren Geräten.
PReq	PollRequest (EPL Frame Typ)
PRes	PollResponse (EPL Frame Typ)
RFC	Requests for Comments
RTE	***R***eal-***T***ime ***E***thernet
SCNM	Slot Communication Network Management: Wird durch den Managing Node (Master) gesteuert.
SDO	Service Data Object. Punkt-zu-Punkt Kommunikation mit Zugriff auf die Objekt-Datenliste eines Gerätes.
Slot	Zeitscheibe

SoA	Start of Asynchronous (EPL Frame Typ)
SoC	Start of Cyclic (EPL Frame Typ)
UDP	***U***ser ***D***atagram ***P***rotocol
Unicast	Punkt-zu-Punkt-Verbindung, die Nachricht wird nur an einen Teilnehmer gesendet.
XDD	XML Gerätebeschreibungsdatei (Device Description File)
XML	E**x**tensible **M**arkup **L**anguage



2 Zusätzliche Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition

 ***WARNUNG !***	bedeutet, dass Tod, schwere Körperverletzung oder erheblicher Sachschaden eintreten können, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

 ***VORSICHT !***	bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung oder ein Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

	bezeichnet wichtige Informationen bzw. Merkmale und Anwendungstipps des verwendeten Produkts.

2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung

Das Mess-System ist ausgelegt für den Betrieb in **100Base-TX** Fast Ethernet Netzwerken mit max. 100 MBit/s, spezifiziert in ISO/IEC 8802-3. Die Kommunikation über POWERLINK V2.0 erfolgt gemäß IEC 61158 ff und IEC 61784-2. Das Geräteprofil entspricht dem ***„CANopen Device Profile für Encoder CiA DS-406“***.

Die technischen Richtlinien zum Aufbau des Fast Ethernet Netzwerks sind für einen sicheren Betrieb zwingend einzuhalten.



Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch:

- das Beachten aller Hinweise aus diesem Benutzerhandbuch,
- das Beachten der Montageanleitung, insbesondere das dort enthaltene Kapitel ***"Grundlegende Sicherheitshinweise"*** muss vor Arbeitsbeginn gelesen und verstanden worden sein

2.3 Organisatorische Maßnahmen

- Dieses Benutzerhandbuch muss ständig am Einsatzort des Mess-Systems griffbereit aufbewahrt werden.
- Das mit Tätigkeiten am Mess-System beauftragte Personal muss vor Arbeitsbeginn
  - die Montageanleitung, insbesondere das Kapitel ***"Grundlegende Sicherheitshinweise"***,
  - und dieses Benutzerhandbuch, insbesondere das Kapitel "Zusätzliche Sicherheitshinweise",

  gelesen und verstanden haben.

  Dies gilt in besonderem Maße für nur gelegentlich, z.B. bei der Parametrierung des Mess-Systems, tätig werdendes Personal.



3 Technische Daten

3.1 Elektrische Kenndaten

Versorgungsspannung: .... 11…27 V DC, paarweise verdrillt und geschirmt

Stromaufnahme ohne Last: .... < 300 mA bei 11 V DC, < 110 mA bei 27 V DC

*** Gesamtauflösung**
CEx-65: .... ≤ 25 Bit
COx-65: .... ≤ 36 Bit

Schrittzahl / Umdrehung
CEx-65: .... ≤ 8.192
COx-65: .... ≤ 262.144

*** Anzahl Umdrehungen**
Standard: .... ≤ 4.096
Erweitert: .... ≤ 256.000

POWERLINK .... IEC 61784-2, IEC 61158 ff
Physical Layer: .... POWERLINK 100Base-TX, Fast Ethernet, ISO/IEC 8802-3
Ausgabecode .... Binär
Geräteprofil: .... CANopen over Ethernet, CiA DS-406
Übertragungsrate: .... 100 MBit/s
Buszykluszeit .... ≥ 400 µs
Übertragung: .... CAT-5 Kabel, geschirmt (STP), ISO/IEC 11801

Besondere Merkmale: .... Programmierung nachfolgender Parameter über den POWERLINK:
- Zählrichtung
- Anzahl Umdrehungen
- Gesamtmesslänge in Schritten
- Presetwert

EMV
Störaussendung: .... DIN EN 61000-6-3: 2007
Störfestigkeit: .... DIN EN 61000-6-2: 2006

* parametrierbar über POWERLINK

4 POWERLINK Informationen

POWERLINK V2.0, auch als „CANopen over Ethernet" bezeichnet, ist eine **Echtzeit-Ethernet-Technologie** und ist besonders geeignet für

- die Synchronisation von Antrieben
- Robotik
- Achsensteuerungen
- Prozessautomatisierung

POWERLINK wurde ursprünglich 2001 von der Firma Bernecker + Rainer Industrie-Elektronik GmbH (B&R) entwickelt und wird als offener Standard propagiert. Zur Weiterentwicklung der Technologie wurde die Anwendervereinigung „***E***THERNET ***P***owerlink ***S***tandardization ***G***roup" (EPSG) gegründet.

POWERLINK ist eine öffentlich zugängliche Spezifikation, die durch die IEC (IEC/Pas 62408) im Jahr 2005 veröffentlicht worden ist und ist Teil der ISO 15745-4. Dieser Teil wurde in den neuen Auflagen der internationalen Feldbusstandards IEC 61158 (Protokolle und Dienste) und IEC 61784-2 (Kommunikationsprofile) integriert.

4.1 POWERLINK-Funktionsprinzip

4.1.1 Allgemeines

Ethernet POWERLINK (EPL) ist ein Kommunikationsprofil für Real-Time Ethernet (RTE). Es erweitert Ethernet, entsprechend dem IEEE 802.3 Standard, mit Mechanismen für die Datenübertragung mit berechenbarem Zeitverhalten und genauer Synchronisation. Das Kommunikationsprofil entspricht den Timinganforderungen typisch für die High-Performance Automation und Motion-Applikationen. Die Grundprinzipien des Fast-Ethernet-Standards IEEE 802.3 werden beibehalten und um Real-Time Ethernet erweitert. Es ist daher möglich, weiterhin die bei Standard Ethernet eingesetzten Infrastrukturkomponenten oder Test- und Messeinrichtungen wie z.B. Netzwerkanalysatoren zu nutzen.

Hauptmerkmale

- Einfache Installation und Nutzung durch Ingenieure aus der Automatisierung, ohne spezielles Netzwerk- oder Protokoll-Know-How
- bis zu 240 Real-Time Knoten in einem Netzwerksegment
- deterministische Kommunikation garantiert
  - IAONA Real-Time Klasse 4, höchste Performance
  - minimale Zykluszeit von ≤ 200 µs
  - minimaler Jitter von < 1 µs, für präzise Synchronisation der vernetzten Knoten
- Direkte Peer-To-Peer Kommunikation aller Knoten, Publish/Subscribe
- „Hot Plugging" Funktionalität
- Nahtlose Integration in andere Netzwerke über Routing
- Normkonformität zu
  - IEEE 802.3u Fast Ethernet
  - Unterstützung von IP basierten Protokollen wie z.B. UDP
  - Integration der CANopen Profile nach EN50325-4 für Geräte Kompatibilität



4.1.2 Slot Communication Network Management

EPL unterstützt folgende Funktionen:

1. Übertragung von zeitkritischen Daten in bestimmten isochronischen Zyklen. Der Datenaustausch basiert auf dem „Producer/Consumer“ Modell. Die isochrone Datenübertragung wird z.B. für die Übertragung der Mess-System – Istposition benutzt. Der Producer (Mess-System) ist dabei der Sender, der seine Daten erst nach Aufforderung an die Kommunikationspartner, die Consumer (SPS), überträgt, welche die Daten dann verarbeiten.

2. Synchronisation von vernetzten Knoten mit hoher Genauigkeit.

3. Übertragung von weniger zeitkritischen Daten, asynchron auf Anfrage. Der Datenaustausch basiert auf dem „Client/Server“ Prinzip. Die asynchrone Datenkommunikation wird benutzt, um IP-basierte Protokolle wie z.B. UDP zu übertragen.

EPL verwaltet den Netzwerkverkehr in einer Art und Weise, dass bestimmte Zeitscheiben „Slots“ für die isochronen und asynchronen Daten bestehen. Es stellt sicher, dass immer nur ein vernetztes Gerät Zugang zum Netzwerk erhält. Daher hat die Übertragung von isochronen und asynchronen Daten keine Auswirkung aufeinander und der zeitliche exakte Kommunikationsablauf ist sichergestellt. Dieser Mechanismus wird „Slot Communication Network Management“ (SCNM) genannt. Die Verwaltung des SCNM wird über den so genannten „Managing Node“ (MN) mit Master-Funktionalität vorgenommen. Alle anderen Knoten werden „Controlled Nodes“ (CN) genannt und besitzen Slave-Funktionalität. Das Mess-System entspricht einem Controlled Node.

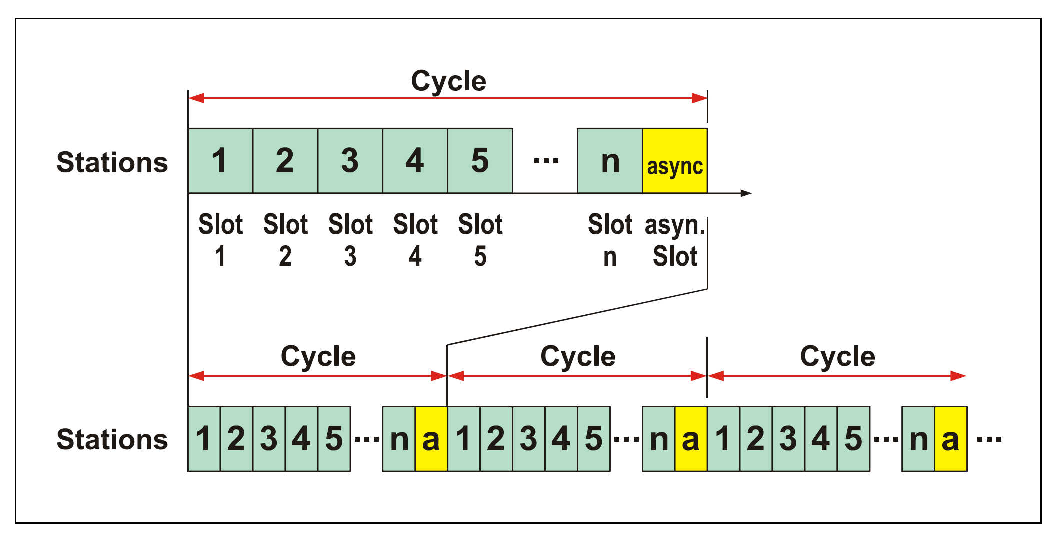


Abbildung 1: Slot Communication Network Management, SCNM

4.1.3 POWERLINK – Zyklus, Zeitscheibenverfahren

Über das Zeitscheibenverfahren beim POWERLINK wird die von Standard-Ethernet her bekannte Problematik der Kollisionen mit CSMA/CD-Technik umgangen. Im POWERLINK-Netz darf immer nur ein Teilnehmer zu einem Zeitpunkt senden, der POWERLINK wird somit auch für harte Echtzeitanforderungen einsetzbar.

Es gibt ein Knoten im Netzwerk, der vorgibt, wann andere Knoten senden dürfen. Dies ist der Managing Node (MN). Weiterhin synchronisiert der MN alle angeschlossenen Teilnehmer. Die restlichen Knoten, Controlled Nodes (CN), reagieren auf seine Anweisung. Abbildung 2 zeigt einen kompletten EPL-Kommunikationszyklus.

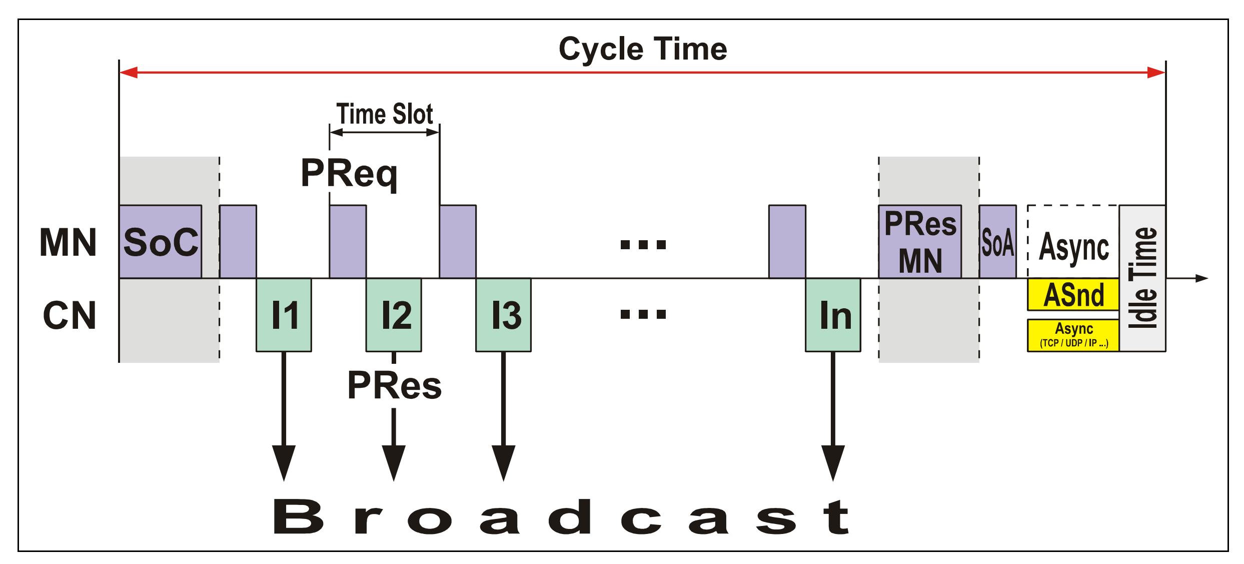


Abbildung 2: EPL Zyklusdiagramm

Die Kommunikation erfolgt mit dem bereits oben erwähnten Zeitscheibenverfahren. Jeder konfigurierte CN wird zyklisch vom MN abgefragt. Ein Zyklus wird durch ein „Start of Cycle“ eingeleitet, der von den CNs zur Synchronisation benutzt wird. Danach sendet der MN ein „Poll Request“ zum ersten Knoten, welcher dann die empfangenen Daten auf die Ausgänge legt (I1) und erfasst neue Prozessdaten. Nach einer vordefinierten Zeit beginnt der MN nacheinander alle konfigurierten CNs abzufragen. Dazu sendet der MN weitere *PReqs* zu den Knoten. Das *PReq* enthält Ausgabedaten für einen Knoten und dient als Sendeaufforderung.

Empfängt ein konfigurierter CN den *PReq*, speichert er die Eingabedaten und sendet ein „Poll Response“ mit den beim *SoC* erfassten Daten als Broadcast (I1…In). Dadurch ist es für alle anderen CNs möglich, diese gesendeten Daten „mitzuhören“. Die zyklische Kommunikation wird durch ein „End of Cycle“ beendet. Danach gibt es einen asynchronen Abschnitt, indem beliebige Kommunikation stattfinden kann. Dieser wird durch ein „Start of Asynchronous“ eingeleitet.

SoC:	Start of Cycle
Pres (MN):	Poll Response Managing Node → End of Cycle
Preq:	Poll Request
Pres:	Poll Response
SoA:	Start of Asynchronous
Asnd:	Asynchronous Send
MN:	Managing Node
CN:	Controlled Node
Ix:	isochrone Daten, Prozessdaten



4.1.4 MAC Adressierung

Gemäß IEEE802.3, muss ein EPL Knoten Unicast, Multicast und Broadcast Ethernet MAC Adressierung unterstützen.

MAC Unicast
Für gewöhnliche Adressen (unicast) ist das höherwertige Bit der MAC-Adresse 0. Die benutzten Unicast-Adressen für EPL sind innerhalb eines EPL-Segments einmalig.

MAC Multicast
Für Gruppen-Adressen ist das höherwertige Bit der MAC-Adresse 1. Über Gruppen-Adressen können mehrere Knoten auf einer Einzeladresse mithören. Wenn ein Frame zu einer Gruppen-Adresse gesendet wird, empfangen all die Knoten die Nachricht, die für die Gruppen-Adresse gelistet sind. Das Senden zu einer Gruppe von Knoten wird Multicast genannt.

MAC Broadcast
Die EPL Broadcast-Adresse hat den Wert 0xFF, Nachrichten mit dieser Adresse werden an alle Teilnehmer im Netzwerk gesendet.

Frame	Typ	Adresse	Kommentar
Start of Cycle, SoC	Multicast	01-11-1E-00-00-01	Start des zyklischen Datenaustauschs.
PollRequest, PReq	Unicast	xx-xx-xx-xx-xx-xx	Anfrage des MN's an den CN im EPL-Zyklus. Übertragung von isochronen Daten.
PollResponse, PRes	Multicast	01-11-1E-00-00-02	Antwort des CN's auf PReq. Übertragung von isochronen Daten.
Start of Asynchronous, SoA	Multicast	01-11-1E-00-00-03	Start des azyklischen Datenaustauschs.
AsynchronousSend, ASnd	Unicast / Multicast / Broadcast	01-11-1E-00-00-04	Antwort des angefragten CN's im azyklischen Datenaustausch.
Nicht EPL	Unicast	xx-xx-xx-xx-xx-xx	Standard Ethernet Kommunikation im azyklischen Datenaustausch.

Tabelle 1: Physikalische Adressierung von EPL-Frames

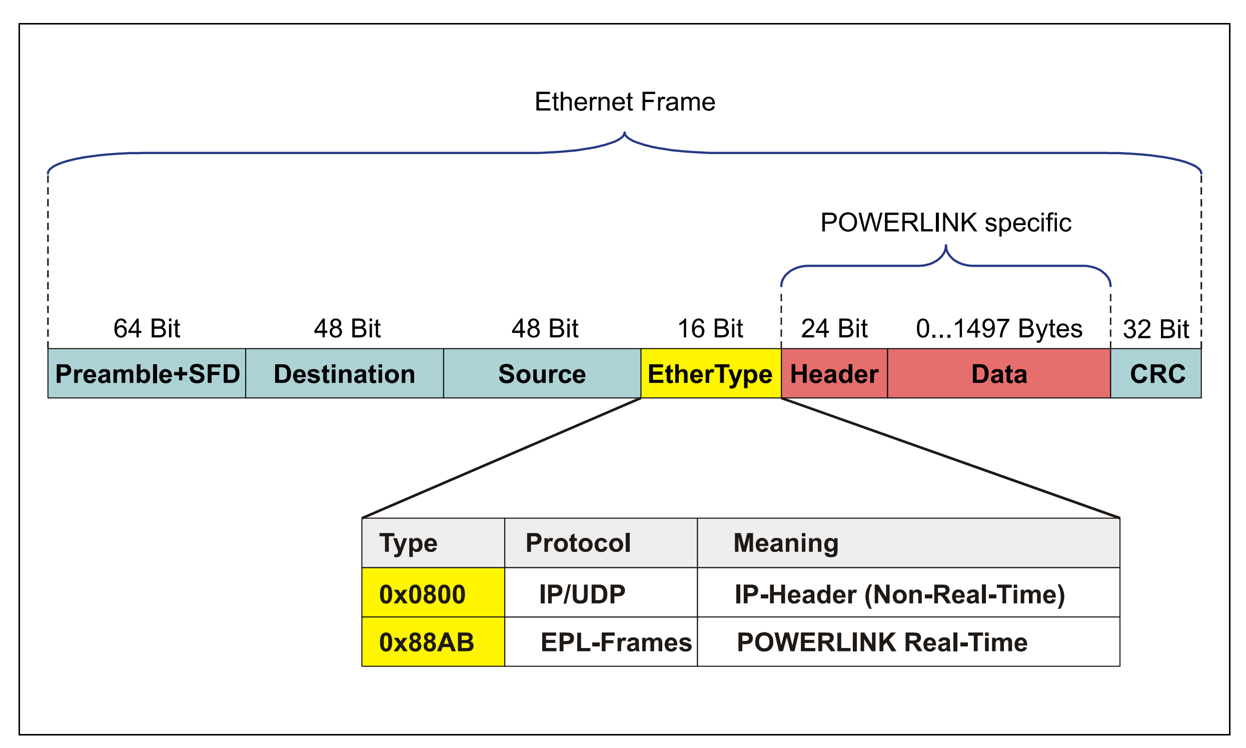
4.2 Protokoll

Das für Prozessdaten optimierte POWERLINK-Protokoll wird über einen speziellen Ethertype direkt im Ethernet-Frame II transportiert. Die azyklische Kommunikation, der Transport von IP-basierten Protokollen wie z.B. UDP etc., benutzt den Ethertype **0x0800**. POWERLINK Real-Time-Frames benutzen den Ethertype **0x88AB**.
Anhand des Ethertypes werden die POWERLINK-spezifischen Daten unterschiedlich interpretiert.

Die Struktur und Bedeutung der Parameter bei der azyklischen Parameterkommunikation wird durch das Geräteprofil ***„CANopen Device Profile für Encoder CiA DS-406“*** vorgegeben.

UDP/IP-Datagramme werden ebenfalls unterstützt. Dies bedeutet, dass sich der Managing Node und die Controlled Nodes in unterschiedlichen Subnetzen befinden können. Die Kommunikation über Router hinweg in andere Subnetze ist somit möglich.

POWERLINK verwendet ausschließlich Standard-Frames nach IEEE802.3. Damit können POWERLINK-Frames von beliebigen Ethernet-Controllern verschickt (Master), und Standard-Tools (z. B. Monitor) eingesetzt werden.



Type	Protocol	Meaning
0x0800	IP/UDP	IP-Header (Non-Real-Time)
0x88AB	EPL-Frames	POWERLINK Real-Time

Abbildung 3: Ethernet Frame Struktur



4.3 Geräteprofil

Das Geräteprofil beschreibt die Anwendungsparameter und das funktionale Verhalten des Gerätes, einschließlich der geräteklassenspezifischen Zustandsmaschine. Bei POWERLINK wird das von CANopen her bekannte ***„Device Profile for Encoder“***, CiA DS-406 benutzt.

Das CANopen-Protokoll liegt auf der Anwendungsschicht. Bei POWERLINK wird einfach das Transportmittel CAN gegen Ethernet ausgetauscht:

Device Profiles
Encoders CiA DS-406
Drives CiA DS-402
I/O CiA DS-401
Others ...
CANopen
Application Layer - Object Dictionary
Messaging (SDO and PDO)
CAN based CANopen Transport
POWERLINK Transport
UDP
IP
POWERLINK Driver
CAN Driver
Ethernet Driver
Protocol Stack
CAN Controller
Ethernet Controller
Hardware

Abbildung 4: Virtuelle EPL / CANopen Software-Architektur

4.4 Referenz-Modell

POWERLINK stellt die gleichen Kommunikationsmechanismen zur Verfügung wie sie von [1]CANopen her bekannt sind:

- Objektverzeichnis
- PDO, Prozess-Daten-Objekte
- SDO, Service-Daten-Objekte
- NMT, Netzwerkmanagement

Aus Sicht der Anwendung gibt es daher keinen Unterschied zwischen CANopen und POWERLINK, weder beim Handling der Daten noch beim Objektverzeichnis oder anderen CANopen-typischen Diensten.

Durch den Einsatz von POWERLINK werden die CAN-spezifischen Netzwerkbeschränkungen aufgehoben und weiterhin die Vorteile von CANopen genutzt:

- Einfache Migration von CAN zu POWERLINK oder
- Kombination von CAN- und POWERLINK-Netzwerken mithilfe von Gateways

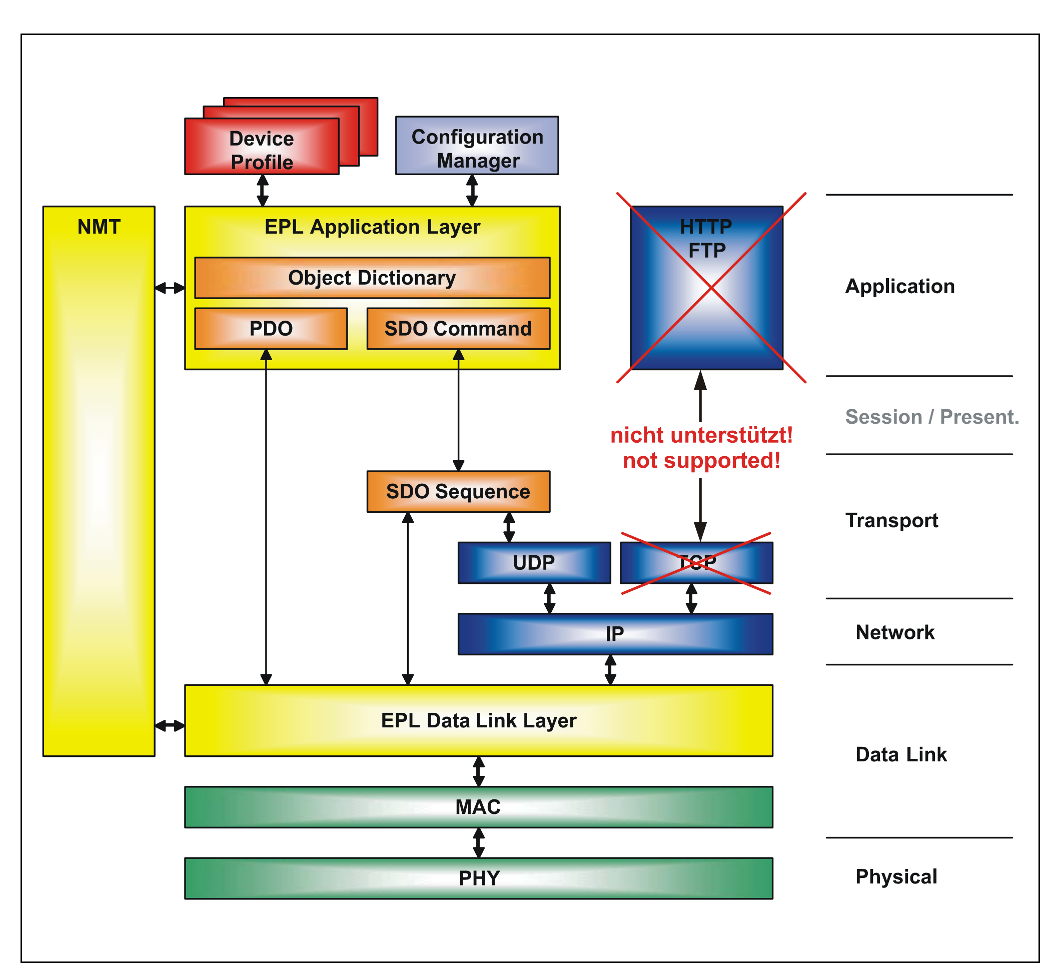


Abbildung 5: POWERLINK eingeordnet im Schichtenmodell [Quelle: EPSG Powerlinkspezifikation]

1 EN 50325-4: Industrielle-Kommunikations-Systeme, basierend auf ISO 11898 (CAN) für Controller-Device Interfaces. Teil 4: CANopen.



4.5 Objektverzeichnis

Das Objektverzeichnis strukturiert die Daten eines POWERLINK-Gerätes in einer übersichtlichen tabellarischen Anordnung. Es enthält sowohl sämtliche Geräteparameter als auch alle aktuellen Prozessdaten, die damit auch über das SDO zugänglich sind.

Index (hex)	Objekt
0x0000	nicht benutzt
0x0001-0x009F	Datentyp Definitionen
0x00A0-0x0FFF	reserviert
0x1000-0x1FFF	Kommunikations-Profilbereich (CiA DS-301, DS-302)
0x2000-0x5FFF	Herstellerspezifischer-Profilbereich
0x6000-0x9FFF	Geräte-Profilbereich (CiA DS-406)
0xA000-0xBFFF	Schnittstellen-Profilbereich
0xC000-0xFFFF	reserviert

Abbildung 6: Aufbau des Objektverzeichnisses

4.6 Prozess- und Service-Daten-Objekte

Prozess-Daten-Objekt (PDO)

Prozess-Daten-Objekte managen den Prozessdatenaustausch, z.B. die zyklische Übertragung des Positionswertes.

Service-Daten-Objekt (SDO)

Service-Daten-Objekte managen den Parameterdatenaustausch, z.B. das azyklische Ausführen der Presetfunktion.
Für Parameterdaten beliebiger Größe steht mit dem SDO ein leistungsfähiger Kommunikationsmechanismus zur Verfügung. Hierfür wird zwischen dem Konfigurationsmaster und den angeschlossenen Geräten ein Servicedatenkanal für Parameterkommunikation ausgebildet. Die Geräteparameter können mit einem einzigen Telegramm-Handshake ins Objektverzeichnis der Geräte geschrieben werden bzw. aus diesem ausgelesen werden.

Wichtige Merkmale von SDO und PDO

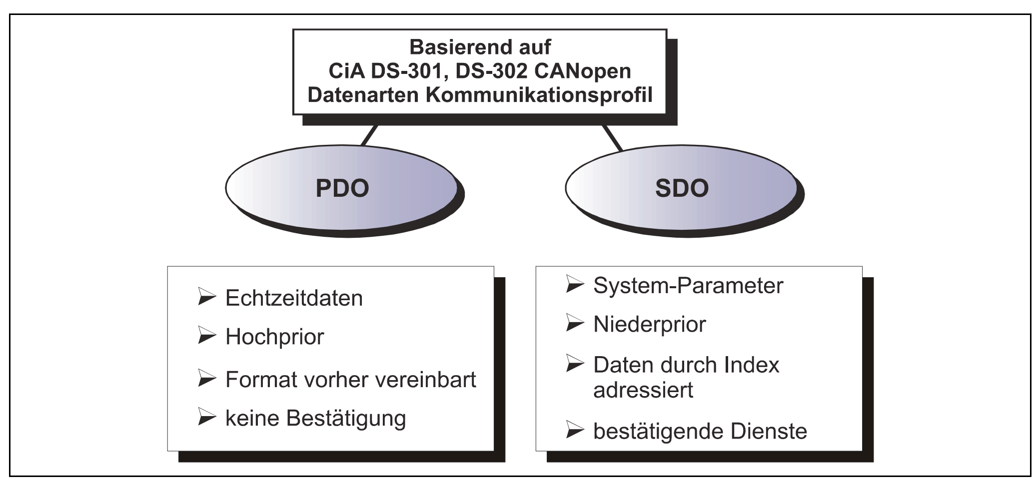


Abbildung 7: Gegenüberstellung von PDO/SDO-Eigenschaften

4.7 Übertragung von SDO Nachrichten

Mit den SDO Diensten können die Einträge des Objektverzeichnisses gelesen oder geschrieben werden. Das SDO Transport Protokoll erlaubt die Übertragung von Objekten mit beliebiger Größe.

Die Dienste mit Bestätigung (Initiate SDO Upload, Initiate SDO Download, Download SDO Segment, und Upload SDO Segment) und die Dienste ohne Bestätigung (Abort SDO Transfer) werden für die Ausführung der Segmented/Expedited Übertragung der Service-Daten-Objekte benutzt.

Der so genannte ***SDO Client*** (MN) spezifiziert in seiner Anforderung „Request“ den Parameter, die Zugriffsart (Lesen/Scheiben) und gegebenenfalls den Wert. Der so genannte ***SDO Server*** (CN bzw. Mess-System) führt den Schreib- oder Lesezugriff aus und beantwortet die Anforderung mit einer Antwort „Response“. Im Fehlerfall gibt ein Fehlercode (Abort SDO Transfer) Auskunft über die Fehlerursache.

Das Mess-System unterstützt SDO Übertragungen über ***UDP/IP und ASnd Frames*** im asynchronen Zeitabschnitt.

MAC-Frame-Header (EtherType = 0800h)	IP-Header (Protocol = 0x11)	UDP-Header (Port = 0xXXXX)	EPL-Inhalt	CRC

Abbildung 8: EPL-konforme UDP/IP Framestruktur



Üblicherweise stellt der POWERLINK-Master entsprechende Mechanismen für die SDO-Übertragung zur Verfügung. Die Kenntnis über den Protokoll-Aufbau und internen Abläufe sind daher nicht notwendig.

Schreib-Dienste, Client → Server

- **Initiate SDO Download Expedited**
  Der *Expedited SDO Download* Dienst wird für eine beschleunigte Übertragung von Daten benutzt, die in einen einzigen Ethernet Frame passen. Der Server antwortet mit dem Ergebnis der Downloadanfrage.

- **Download SDO Segment**
  Der *SDO Download Segment* Dienst wird benutzt, um die zusätzlichen Daten zu übertragen, welche nicht mit dem *Initiate SDO Download* Dienst übertragen werden konnten. Der Master startet so viele Download SDO Segment Dienste, bis alle Daten an den Server übertragen worden sind.

Lese-Dienste, Server → Client

- **Initiate SDO Upload Expedited**
  Der *Expedited SDO Upload* Dienst wird für eine beschleunigte Übertragung von Daten benutzt, die in einen einzigen Ethernet Frame passen. Der Server antwortet mit dem Ergebnis der Uploadanfrage und den angeforderten Daten, bei erfolgreicher Durchführung.

- **Upload SDO Segment**
  Der *SDO Upload Segment* Dienst wird benutzt, um die zusätzlichen Daten zu übertragen, welche nicht mit der *Initiate SDO Upload* Dienstantwort übertragen werden konnten. Der Server startet so viele Upload SDO Segment Dienste, bis alle Daten vom Server übertragen worden sind.



4.8 Abort SDO Transfer Protokoll

Konnte ein SDO Upload bzw. Download nicht ausgeführt werden, wird die Übertragung durch den Abort SDO Transfer Dienst abgebrochen. Der Abort Dienst ist unbestätigt und kann jederzeit entweder durch den SDO Client oder dem SDO Server ausgeführt werden. Das Protokoll enthält einen vier Byte großen Abort Code, welcher Auskunft über die Fehlerursache gibt, siehe Tabelle 18 auf Seite 92.

	Bit Offset							
Byte Offset	7	6	5	4	3	2	1	0
0	reserved							
1	Transaction ID							
2	Res-ponse	Abort = 1	Segmentation		reserved			
3	Command ID							
4-5	Segment Size							
6-7	reserved							
8-11	**Abort Code**							

Abbildung 9: Abort Transfer Frame

4.9 PDO-Mapping

Unter PDO-Mapping versteht man die Abbildung der Applikationsobjekte (Echtzeitdaten, z.B. Objekt 6004h „Positionswert“) aus dem Objektverzeichnis in die Prozessdatenobjekte, z.B. Objekt 1A00h (1st Transmit PDO).

Das aktuelle Mapping kann über entsprechende Einträge im Objektverzeichnis, die so genannten Mapping-Tabellen, gelesen werden. An erster Stelle der Mapping Tabelle (Subindex 0) steht die Anzahl der gemappten Objekte, die im Anschluss aufgelistet sind. Die Tabellen befinden sich im Objektverzeichnis bei Index 0x1600 ff. für die RxPDOs bzw. 0x1A00ff für die TxPDOs.

Im Gegensatz zu einem CANopen Gerät ist bei einem POWERLINK Controlled Node nur ein TxPDO Kanal möglich.

4.10 NMT State Machine

Die NMT Zustandsmaschine legt das Verhalten der Kommunikations-Funktionseinheit fest. Beim Anlauf durchlaufen der Managing Node und Controlled Node zunächst den gleichen Initialisierungsprozess (Common Initialisation NMT State Machine). Nach Beendigung wird beim Mess-System dann in die CN-spezifische Zustandsmaschine „NMT CN State Machine“, und beim Managing Node in die MN-spezifische Zustandsmaschine „NMT MN State Machine“ verzweigt. Die MN-spezifische Zustandsmaschine ist nicht Bestandteil dieser Beschreibung.

(NMT_GT1)
PowerOn
NMT_GS_POWERED
(NMT_GT2)
Reset
NMT_GS_INITIALISATION
NMT_GS_
INITIALISING
(NMT_GT10)
auto
NMT_GS_
RESET_APPLICATION
(NMT_GT11)
auto
NMT_GS_
RESET_COMMUNICATION
(NMT_GT12)
auto
NMT_GS_
RESET_CONFIGURATION
(NMT_GT8)
NMT
BootNode
(NMT_GT6)
internal
Communication
Error
(NMT_GT5)
NMT
ResetCommunication
(NMT_GT4)
NMT
ResetNode
(NMT_GT7)
NMT
ResetConfiguration
(NMT_MT1)
auto
[NodeID !=
C_ADR_MN_DEF_NODE_ID]
(NMT_MT1)
auto
[NodeID ==
C_ADR_MN_DEF_NODE_ID]
NMT_CS
NMT CN State Machine
NMT_MS
NMT MN State Machine
NMT_GS_COMMUNICATING
(NMT_GT3)
PowerOff

Abbildung 10: Common Initialisation NMT State Machine [Quelle: EPSG Powerlinkspezifikation]



Zustände	Beschreibung
NMT_GS_POWERED	**Übergeordneter Status** Gültig nach *POWER ON*.
NMT_GS_INITIALISATION	**Übergeordneter Status** Wird automatisch nach dem Systemstart eingenommen. Initialisierung der Netzwerkfunktionalität.
- NMT_GS_INITIALISING	**Untergeordneter Status** Wird automatisch eingenommen nach *POWER ON*, *Hardware* oder *Software Reset* (NMT_GT2), oder nach einem *NMTSwReset* (NMT_GT8) Kommando. Hauptinitialisierung des Knotens.
- NMT_GS_RESET_APPLICATION	**Untergeordneter Status** Wird automatisch nach Beendigung des vorangegangenen Zustandes eingenommen, oder nach einem *NMTResetNode* Kommando. Herstellerspezifische- und Geräteparameter werden auf die POWER ON Werte gesetzt.
- NMT_GS_RESET_COMMUNICATION	**Untergeordneter Status** Wird automatisch nach Beendigung des vorangegangenen Zustandes eingenommen, bzw. nach einem internen Kommunikationsfehler oder *NMTResetCommunication* Kommando. Kommunikationsparameter werden auf die POWER ON Werte gesetzt.
- NMT_GS_RESET_CONFIGURATION	**Untergeordneter Status** Wird automatisch nach Beendigung des vorangegangenen Zustandes eingenommen, oder nach einem *NMTResetConfiguration* Kommando. Erstellung der aktiven Gerätekonfiguration.
NMT_GS_COMMUNICATING	**Übergeordneter Status** Wird automatisch nach Beendigung des vorangegangenen Zustandes eingenommen, bzw. nach einem *NMTSwReset* (NMT_GT8), *NMTResetNode* (NMT_GT4), *NMTResetCommunication* (NMT_GT5) oder *NMTResetConfiguration* (NMT_GT7) Kommando, oder einem internen Kommunikationsfehler (NMT_GT6). Beinhaltet die MN- bzw. CN-spezifische Zustandsmaschine. Entsprechend dem Knotentyp wird automatisch in die für das Gerät gültige Zustandsmaschine verzweigt.

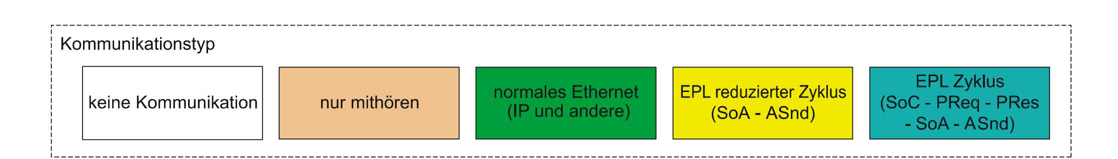
Die angegebenen Zustände sind geräteinterne Zustände, welche nicht durch eine Statusabfrage angezeigt werden können.

4.10.1 NMT CN State Machine

Die NMT CN Zustandsmaschine wird durch die *Common Initialisation NMT State Machine* gesteuert und ist ein untergeordneter Status von *NMT_GS_POWERED* und *NMT_GS_COMMUNICATING*.

NMT_GS_
INITIALISATION
NMT_CS
NMT CN State Machine
(NMT_CT1)
auto,
[NodeID !=
C_ADR_MN_DEF_NODE_ID]
(NMT_CT3)
Timeout
(SoA,SoC,PReq,PRes)
NMT_CS_
BASIC_ETHERNET
NMT_CS_
NOT_ACTIVE
(NMT_CT12)
SoA,SoC,PReq,PRes
(NMT_CT2)
SoA,SoC
NMT_CS_EPL_MODE
NMT_CS_
PRE_OPERATIONAL_1
(NMT_CT11)
Error Condition
(NMT_CT4)
SoC
(NMT_CT5)
NMT
EnableReadyToOperate
NMT_CS_
PRE_OPERATIONAL_2
(NMT_CT10)
NMT
EnterPreoperational2
(NMT_CT6)
auto
NMT_CS_
READY_TO_OPERATE
(NMT_CT7)
NMT
StartNode
(NMT_CT9)
NMT
EnterPreoperational2
NMT_CS_
OPERATIONAL
(NMT_CT8)
NMT
StopNode
NMT_CS_
STOPPED

Abbildung 11: NMT CN State Machine [Quelle: EPSG Powerlinkspezifikation]





4.10.1.1 NMT_CS_NOT_ACTIVE

NMT_CS_NOT_ACTIVE ist ein nicht permanenter Zustand, welcher vom CN automatisch nach *POWER ON* eingenommen wird, wenn die Initialisierungsphase fehlerfrei durchgeführt werden konnte. Der CN verhält sich passiv (hört nur mit), beobachtet den Netzwerkverkehr, sendet keine Frames und wartet auf Kommandos des MN's. Erkannt werden NMTReset Kommandos, gesendet über *ASnd*.

Der Übergang von *NMT_CS_NOT_ACTIVE* nach *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* wird durch ein *SoA* oder *SoC* Frame ausgelöst.

Der Übergang von *NMT_CS_NOT_ACTIVE* nach *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* wird ausgelöst durch einen Timeout für *SoC*, *PReq*, *PRes* und *SoA* Frames.

4.10.1.2 NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1

Der CN sendet nur einen Frame, wenn er durch den MN ein *SoA Async-Anforderungskommando* erhalten hat, es findet keine PDO Kommunikation statt.
Zunächst werden die angeschlossenen CNs identifiziert. Dies geschieht durch eine *IdentRequest* Nachricht des MN's, welche durch eine *IdentResponse* Nachricht der CNs quittiert wird. Falls erforderlich, kann der CN seine Konfiguration auch von einem Konfigurationsserver herunterladen. Beide Prozesse können komplett oder auch nur teilweise im Zustand *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2* stattfinden, wenn sich der MN nicht im Zustand *NMT_MS_PRE_OPERATIONAL_1* befindet, bzw. den Zustand *NMT_MS_PRE_OPERATIONAL_1* verlässt, bevor der CN seine Konfiguration beendet hat.

Der Übergang von *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* nach *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2* wird ausgelöst durch ein *SoC* Frame.

4.10.1.3 NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2

In diesem Status wird die CN-Konfiguration vollständig abgeschlossen.

Der CN kann durch den MN über ein *PReq* Frame angefragt werden. Die empfangenen PDO Daten können ungültig sein und nicht den Anforderungen des PDO Mappings entsprechen. Die vom MN empfangenen PDO Daten über *PReq*, die der anderen CNs und die vom MN über *PRes*, werden deshalb vom CN ignoriert. Die übertragenen *PRes* Frames werden über das *RD-Flag* als ungültig deklariert. Es findet keine Verarbeitung der Prozessdaten statt.
Auf *Async-Anforderungskommandos* antwortet der CN über *SoA*. Falls vom MN nicht angefragt, findet keine Ethernet Frame Übertragung in diesem Status statt.

Wenn die Applikation betriebsbereit ist, wird vom MN das Kommando *NMTEnableReadyToOperate* ausgegeben, worauf der CN in den Status *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* überführt wird.

Der Übergang von *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2* nach *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* wird ausgelöst, wenn ein Fehler erkannt wird.

Der Übergang von *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2* nach *NMT_CS_STOPPED* wird ausgelöst, wenn das NMT Status Kommando *NMTStopNode* empfangen worden ist.

4.10.1.4 NMT_CS_READY_TO_OPERATE

Mit diesem Status signalisiert der CN seine Betriebsbereitschaft an den MN.

Erhält der CN eine *PReq* Anfrage vom MN, antwortet der CN mit einer *PRes* und wird so in den zyklischen Datenaustausch mit aufgenommen. Jedoch werden die vom Mess-System an den MN gesendeten Prozess-Eingangsdaten über *PRes* Frames über das *RD-Flag* als ungültig deklariert.
Auf *Async-Anforderungskommandos* antwortet der CN über *SoA*. Falls vom MN nicht angefragt, findet keine Ethernet Frame Übertragung in diesem Status statt.

Die Länge der *PRes* Frames (Prozessdaten) entspricht der konfigurierten Größe des Objekts *NMT_CycleTiming_REC.PresActPayloadLimit_U16*. Die übertragenen Daten entsprechen den Anforderungen der Mapping-Konfiguration.

Der Übergang von *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* nach *NMT_CS_OPERATIONAL* wird ausgelöst, wenn das NMT Status Kommando *NMTStartNode* empfangen worden ist.

Der Übergang von *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* nach *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* wird ausgelöst, wenn ein Fehler erkannt wird.

Der Übergang von *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* nach *NMT_CS_STOPPED* wird ausgelöst, wenn das NMT Status Kommando *NMTStopNode* empfangen worden ist.

4.10.1.5 NMT_CS_OPERATIONAL

Dieser Zustand ist der normale Betriebszustand des CNs. Der aktive Prozessdatenaustausch zwischen MN und CN über *PReq*- und *PRes*-Nachrichten ist jetzt möglich.

Auf *Async-Anforderungskommandos* antwortet der CN über *SoA*. Falls vom MN nicht angefragt, findet keine Standard Ethernet Frame Übertragung in diesem Status statt.

Die Länge der *PRes* Frames (Prozessdaten) entspricht der konfigurierten Größe des Objekts *NMT_CycleTiming_REC.PresActPayloadLimit_U16*. Die übertragenen Daten entsprechen den Anforderungen der Mapping-Konfiguration.

Der Übergang von *NMT_CS_OPERATIONAL* nach *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2* wird ausgelöst, wenn das NMT Status Kommando *NMTEnterPreOperational2* empfangen worden ist.

Der Übergang von *NMT_CS_OPERATIONAL* nach *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* wird ausgelöst, wenn ein Fehler erkannt wird.

Der Übergang von *NMT_CS_OPERATIONAL* nach *NMT_CS_STOPPED* wird ausgelöst, wenn das NMT Status Kommando *NMTStopNode* empfangen worden ist.



4.10.1.6 NMT_CS_STOPPED

In diesem Zustand ist der Knoten weitestgehend passiv.

NMT_CS_STOPPED wird für ein kontrolliertes Herunterfahren eines bestimmten CNs benutzt, während das restliche System davon unberührt bleibt. Der Knoten befindet sich nicht im zyklischen Datenaustausch und reagiert nur noch auf *SoA*-Frames, *PReq* Anfragen durch den MN werden nicht beantwortet.

Auf *Async-Anforderungskommandos* antwortet der CN über *SoA*. Falls vom MN nicht angefragt, findet keine Standard Ethernet Frame Übertragung in diesem Status statt.

Der Übergang von *NMT_CS_STOPPED* nach *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2* wird ausgelöst, wenn das NMT Status Kommando *NMTEnterPreOperational2* empfangen worden ist.

Der Übergang von *NMT_CS_STOPPED* nach *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* wird ausgelöst, wenn ein Fehler erkannt wird.

4.10.1.7 NMT_CS_BASIC_ETHERNET

Im *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* Status kann der Knoten nur Standard Ethernet Kommunikation gemäß IEEE 802.3 ausführen, bzw. *ASnd* Frames übertragen.

Nach erhalt eines *SoC*, *PReq*, *PRes* oder *SoA* Frames wechselt der CN unmittelbar in den Zustand *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* über.

Der Zugriff im Basic Ethernet Mode auf das Netzwerk erfolgt über CSMA/CD, die Netzwerkkommunikation ist deshalb Kollisionsanfällig und nicht deterministisch. Die Daten zwischen Knoten werden vorzugsweise über UDP/IP ausgetauscht. Die umfangreiche Erweiterung der Topologie eines POWERLINK Netzwerks steht im Widerspruch mit denen in der IEEE 802.3. festgelegten Richtlinien. Aufgrund dieser Tatsache, funktioniert CSMA/CD sehr schlecht in großen EPL-Netzwerken.

EPL Knoten sollten nicht im Basic Ethernet Mode betrieben werden, wenn sie Teil eines Automationssystem sind. Der Basic Ethernet Mode ist nur für die Punkt-zu-Punkt Konfiguration, Knoten-Setup und Servicezwecke vorgesehen.

4.10.1.8 Zustände und Kommunikations-Objekt Beziehung

		NMT_GS_INITIALISATION	NMT_CS_NOT_ACTIVE	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2	NMT_CS_READY_TO_OPERATE	NMT_CS_OPERATIONAL	NMT_CS_STOPPED	NMT_CS_BASIC_ETHERNET
EPL gesteuerter Netzwerkverkehr									
	SoC	-	-	R/S	R	R	R	-	R/S
	PReq	-	-	-	R	R	R	-	R/S
	PDO Empfang	-	-	-	-	(x)[1]	x	-	-
	PRes empfangen	-	-	-	-	R	R	-	R/S
	PRes übertragen	-	-	-	(T)	T	T	-	-
	PDO Übertragung	-	-	-	-	(x)[2]	x	-	-
	SoA	-	R/S	R	R	R	R	R	R/S
	IdentRequest	-	-	x	x	x	x	x	-
	StatusRequest	-	-	x	x	x	x	x	-
	NMTRequestInvite	-	-	x	x	x	x	-	-
	UnspecifiedInvite	-	-	x	x	x	x	-	-
	Empfang von asynchronen Frames	-	R	R	R	R	R	R	R
	SDO Empfang	-	-	x	x	x	x	-	-
	NMT Kommando	-	(x)[3]	x[4]	x[4]	x[4]	x[4]	x[4]	(x)[3]
	andere Protokolle	-	-	x	x	x	x	-	-
	Übertragung, zugeordnet durch SoA	-	-	T	T	T	T	T	-
	SDO Übertragung	-	-	x	x	x	x	-	-
	NMTRequest Übertragung	-	-	x	x	x	x	-	-
	IdentResponse	-	-	x	x	x	x	x	-
	StatusResponse	-	-	x	x	x	x	x	-
	andere Protokolle	-	-	x	x	x	x	-	-
Netzwerkverkehr, nicht über EPL gesteuert									
	Standard Ethernet Empfang	-	-	-	-	-	-	-	R
	UDP/IP Empfang	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
	SDO Empfang (UDP/IP)	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
	EPL-ASnd Empfang	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
	SDO Empfang (EPL-ASnd)	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
	Standard Ethernet Übertragung	-	-	-	-	-	-	-	T
	UDP/IP, selbständig gesendet	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
	SDO Übertragung (UDP/IP)	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
	EPL-ASnd, selbständig gesendet	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
	SDO Übertragung (EPL-ASnd)	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])

Tabelle 2: Zustände und Kommunikations-Objekte

R	Frame akzeptiert
R/S	Frame akzeptiert, löst einen Zustandswechsel aus
T	Frame übertragen
(T)	nur Dummy PRes
x	Frame Daten werden interpretiert bzw. übertragen
(x)[1]	Frame Daten werden interpretiert
(x)[2]	Daten ungültig durch Rücksetzen des RD-Flags
(x)[3]	es werden nur ausgewählte NMT Kommandos akzeptiert, Zustandswechsel wird vorgenommen, der Empfang setzt vorherigen SoA Verlust voraus
x[4]	bewirkt einen Zustandswechsel
(x[5])	hängt davon ab, ob das Protokoll unterstützt wird

5 keine Framebearbeitung



4.11 Weitere Informationen

Weitere Informationen zu POWERLINK erhalten Sie auf Anfrage von der ***ETHERNET Powerlink Standardization Group*** (EPSG) unter nachstehender Adresse:

POWERLINK-OFFICE EPSG
Kurfürstenstraße 112
10787 Berlin
Germany
Phone: + 49 (0) 30-85 08 85-29
Fax: + 49 (0) 30-85 08 85-86
Email: info@ethernet-powerlink.org
Internet: http://www.ethernet-powerlink.org

---

5 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung

POWERLINK unterstützt Linien-, Baum- oder Sternstrukturen. Die bei den Feldbussen eingesetzte Bus- oder Linienstruktur wird damit auch für Ethernet verfügbar. Dies ist besonders praktisch bei der Anlagenverdrahtung, da eine Kombination aus Linie und Stichleitungen möglich ist.

Für die Übertragung nach dem 100Base-TX Fast Ethernet Standard sind Patch-Kabel der Kategorie STP CAT5 zu benutzen (2 x 2 paarweise verdrillte und geschirmte Kupferdraht-Leitungen). Die Kabel sind ausgelegt für Bitraten von bis zu 100 Mbit/s. Die Übertragungsgeschwindigkeit wird vom Mess-System automatisch erkannt und muss nicht durch Schalter eingestellt werden.

Für die Übertragung ist Halbduplex Betrieb zu benutzen, die automatische Erkennung ist abzuschalten. Für den Aufbau des EPL-Netzwerks wird der Einsatz von Hubs der Klasse 2 empfohlen.

Die EPL Node-ID wird über zwei Drehschalter eingestellt.

Die Kabellänge zwischen zwei Teilnehmern darf max. 100 m betragen.



Um einen sicheren und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, sind die

- *ISO/IEC 11801, EN 50173 (europäische Standard)*
- *ISO/IEC 8802-3*
- *IAONA Richtlinie „Industrial Ethernet Planning and Installation“ Kapitel „Cable“ und „System Installation“ http://www.iaona-eu.com*
- *und sonstige einschlägige Normen und Richtlinien zu beachten!*



Insbesondere sind die EMV-Richtlinie sowie die Schirmungs- und Erdungsrichtlinien in den jeweils gültigen Fassungen zu beachten!



5.1 Netzwerktopologie

5.1.1 Hubs

Um den EPL-Jitter Anforderungen zu entsprechen, wird der Einsatz von Hubs für den Aufbau eines EPL-Netzwerks empfohlen. Hierfür müssen Repeater der Klasse 2 eingesetzt werden. Hubs haben den Vorteil, dass sie gegenüber Switches kleinere Verzögerungszeiten (≤ 460 ns) haben und einen kleinen Frame-Jittter von ≤ 70 ns besitzen.

Das Mess-System selbst hat einen Ethernet-Hub integriert, wodurch auf einfache Weise eine Linien-Verkabelung möglich ist.

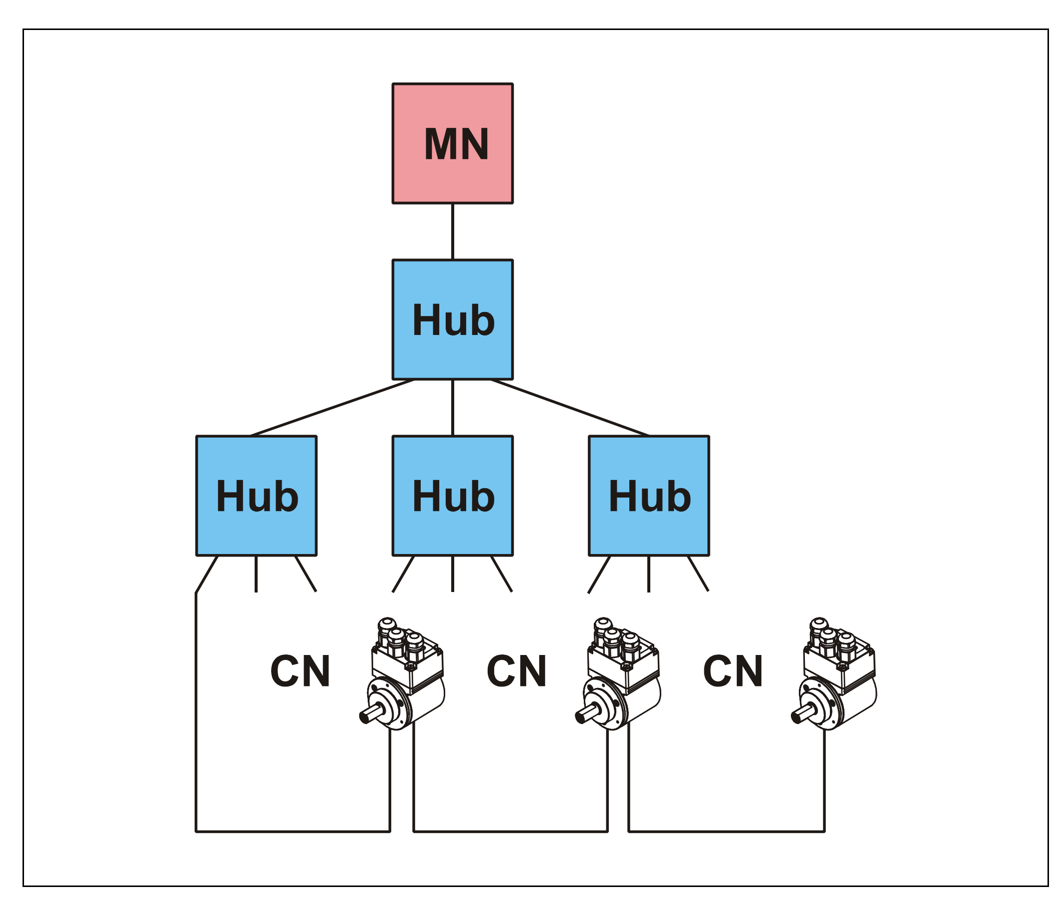
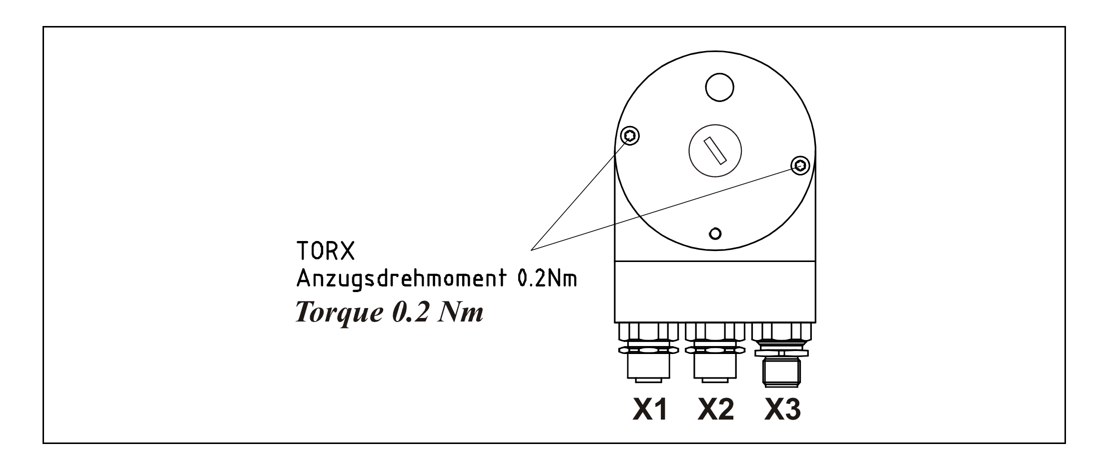


Abbildung 12: Stern- und Linientopologie in einem EPL-Netzwerk

5.1.2 Jitter

Jede Hub-Ebene bringt einen weiteren zusätzlichen Jitter von ≤ 70 ns ein. Nur die Anzahl der Hub-Ebenen zwischen MN und dem am meist entferntesten CN ist hierfür relevant. Wenn sich der MN im Zentrum einer Linien- bzw. Stern-Topologie befindet, ist die Anzahl der Hub-Ebenen zum meist entferntesten CN irrelevant für den Synchronisations-Jitter.

5.2 Anschluss



X1 POWERLINK-IN / X2 POWERLINK-OUT		Flanschdose M12x1-4 pol. D-kodiert
Pin 1	TxD+, Sendedaten +	4 1
Pin 2	RxD+, Empfangsdaten +	
Pin 3	TxD–, Sendedaten –	
Pin 4	RxD–, Empfangsdaten –	3 2

X3 Versorgung		Flanschstecker M8x1-4 pol.
Pin 1	11 – 27 V DC	1
Pin 2	[1] TRWinProg+	2
Pin 3	GND, 0 V	4
Pin 4	[1] TRWinProg–	3



Für die Versorgung sind paarweise verdrillte und geschirmte Kabel zu verwenden !
Die Schirmung ist großflächig auf das Gegensteckergehäuse aufzulegen!

Bestellangaben zur Ethernet Flanschdose M12x1-4 pol. D-kodiert

Hersteller	Bezeichnung	Bestell-Nr.:
Binder	Series 825	99-3729-810-04
Phoenix Contact	SACC-M12MSD-4CON-PG 7-SH (PG 7)	15 21 25 8
Phoenix Contact	SACC-M12MSD-4CON-PG 9-SH (PG 9)	15 21 26 1
Harting	HARAX® M12-L	21 03 281 1405

[1] Für Servicezwecke, z.B. Softwareupdate



5.3 EPL Node-ID

Jeder EPL Knoten, MN/CN/Router, wird über eine 8 Bit EPL Node-ID auf dem EPL-Layer adressiert. Innerhalb eines EPL Segmentes darf diese ID nur einmal vergeben werden und hat daher nur für das lokale EPL Segment eine Bedeutung.

Die Node-ID wird über zwei HEX-Drehschalter eingestellt, welche nur im Einschaltmoment gelesen werden. Nachträgliche Einstellungen während des Betriebs werden daher nicht erkannt.

Für das Mess-System dürfen die Node-Ids 1…239 vergeben werden. Untenstehende Tabelle zeigt den vollständigen Adressbereich mit den entsprechenden Zuordnungen.

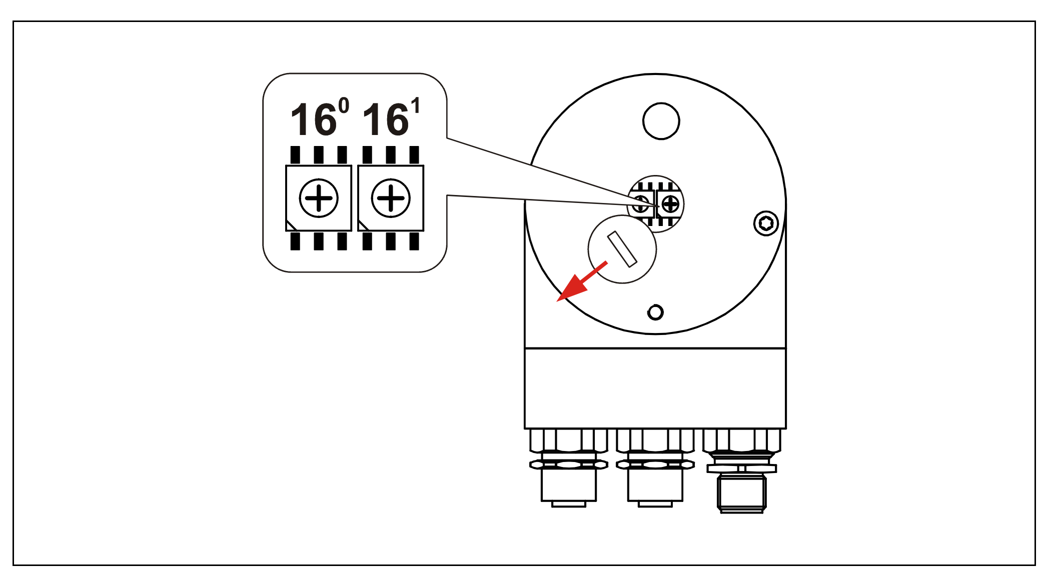


Abbildung 13: EPL Node-ID, Schalterzuordnung

EPL Node-ID	Beschreibung	CN Zugriffsoptionen
0	ungültig	keine
1…239	**reguläre EPL Controlled Nodes**	**keine/obligatorisch/optional isochron / nur Async**
240	EPL Managing Node	obligatorisch isochron
241…250	reserviert	keine
251	EPL Pseudo Node-ID. Wird von einem Knoten benutzt, um sich selbst zu adressieren.	Keine
252	EPL Dummy Knoten	keine
253	Diagnosegerät	optional isochron / nur Async
254	EPL auf Standard Ethernet Router	keine/obligatorisch/optional isochron
255	EPL Broadcast	keine

Tabelle 3: EPL Node-ID Zuordnung

5.4 Einschalten der Versorgungsspannung

Nachdem der Anschluss und alle Hardwareeinstellungen vorgenommen worden sind, kann die Versorgungsspannung eingeschaltet werden.

Das Mess-System wird zunächst initialisiert und befindet sich danach im Zustand *NMT_CS_NOT_ACTIVE*. In diesem Zustand ist das Mess-System inaktiv und beobachtet den Netzwerkverkehr, bzw. wartet auf Kommandos vom MN. Über den MN kann das Mess-System gemäß der *NMT CN State Machine* nach und nach in den Zustand *NMT_CS_OPERATIONAL* überführt werden:

NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1
Mit einem *SoA* oder *SoC* Frame wird das Mess-System in den Zustand *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* versetzt. In diesem Zustand sendet das Mess-System nur dann einen Frame, wenn es vom MN über ein *SoA AsyncInvite* Kommando dazu autorisiert worden ist. Das noch inaktive Mess-System wird durch den MN über einen *IdentRequest* Anforderungsdienst zur Identifikation aufgefordert. Das Mess-System antwortet daraufhin mit einer *IdentResponse*, eine spezielle Art des *ASnd* Frames. Mit dem Erhalt der *IdentResponse* wird das Mess-System aktiv geschaltet und kann somit über ein *PReq* Frame in der isochronen Datenübertragungsphase angesprochen werden.

Im *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1*-Zustand ist zunächst nur eine Parametrierung über Service-Daten-Objekte möglich. Es ist aber möglich, PDOs unter Nutzung von SDOs zu konfigurieren.

NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2
Mit einem *SoC* Frame wird das Mess-System in den Zustand *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2* versetzt. Das Mess-System wartet zunächst ab, bis die Konfiguration vollständig abgeschlossen ist und kann dann durch den MN über ein *PReq* Frame angesprochen werden. Das Mess-System antwortet daraufhin mit einer „Dummy *PRes*“, welche keine Prozessdaten enthält und als ungültig deklariert ist. Es findet noch keine Prozessdatenverarbeitung statt.

NMT_CS_READY_TO_OPERATE
Mit dem NMT Kommando *NMTEnableReadyToOperate* wird das Mess-System in den Zustand *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* versetzt und signalisiert damit seine Betriebsbereitschaft an den MN. Mit dem Erhalt eines *PReq* Frames vom MN wird das Mess-System mit in den zyklischen Datenverkehr aufgenommen.
Ausgangsprozessdaten (PReq Frames) an das Mess-System haben bereits Gültigkeit, Eingangsdaten (PRes Frames) an den MN werden zwar gesendet, aber als ungültig deklariert. Die Prozessdaten entsprechen der Mapping-Konfiguration.

NMT_CS_OPERATIONAL
Mit dem NMT Status Kommando *NMTStartNode* wird das Mess-System in den Zustand *NMT_CS_OPERATIONAL* versetzt. Dieser Zustand ist der normale Betriebszustand des Mess-Systems. Der aktive Prozessdatenaustausch zwischen MN und Mess-System über *PReq*- und *PRes*-Nachrichten ist jetzt möglich. Die Prozessdaten entsprechen der Mapping-Konfiguration.



In diesem Beispiel wird ein typischer Boot-Up Vorgang mit einem CN ohne Boot-Up Fehler dargestellt. Das Beispiel zeigt ebenso eine Konfigurationsaktualisierung des CN's in BOOT_STEP1.

MN
CN
NMT_GS_POWERED
NMT_GS_INITIALISING
NMT_GS_RESET_APPLICATION
NMT_GS_RESET_CONFIGURATION
NMT_MS_NOT_ACTIVE
NMT_CS_NOT_ACTIVE
NMT_MS_PRE_OPERATIONAL_1
NMT_CS_BASIC_ETHERNET_MODE
Start reduced cycle
SoA
NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1
BOOT_STEP1
SoA (R.-ServiceID:IdentRequest)
SoA
ASnd
ASnd (ServiceID:IdentResponse)
SDO Communication [Client]
SDO Communication [Server]
SoA (R.-ServiceID:IdentRequest)
SoA
ASnd
ASnd (ServiceID:IdentResponse)
BOOT_STEP1 E_OK
NMT_MS_PRE_OPERATIONAL_2
Start isochronous cycle
SoC
NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2
BOOT_STEP2
Command: NMTEnableReadyToOperate
SoA
NMT_CS_READY_TO_OPERATE
SoA (R.-ServiceID:StatusRequest)
SoA
ASnd
ASnd (ServiceID:StatusResponse)
BOOT_STEP2 E_OK
NMT_MS_READY_TO_OPERATE
CHECK_COMMUNICATION
Send PReq
P Req
PRes
Send PRes
CHECK_COMMUNICATION E_OK
NMT_MS_OPERATIONAL
START
Command: NMTStartNode
SoA
NMT_CS_OPERATIONAL
SoA (R.-ServiceID:StatusRequest)
SoA
ASnd
ASnd (ServiceID:StatusResponse)
START_CN E_OK
Operational

Abbildung 14: Beispiel, Boot-Vorgang mit nur einem CN [Quelle: EPSG Powerlinkspezifikation]

6 Inbetriebnahme

6.1 Gerätebeschreibungsdatei

Die XML-basierte XDD-Datei enthält alle Informationen über die Mess-System-spezifischen Parameter sowie Betriebsarten des Mess-Systems. Die XML-Datei wird durch das POWERLINK-Netzwerkkonfigurationswerkzeug eingebunden, um das Mess-System ordnungsgemäß konfigurieren bzw. in Betrieb nehmen zu können.

Die XML-Datei hat den Dateinamen **„0000025C_TR_CEx_COx_65M_V001.xdd“** und befindet sich auf der Software/Support CD Art.-Nr.: 490-01001 --> Soft-Nr.: 490-00423.

6.2 Bus-Statusanzeige

Das POWERLINK-Mess-System ist mit vier Diagnose-LEDs ausgestattet.

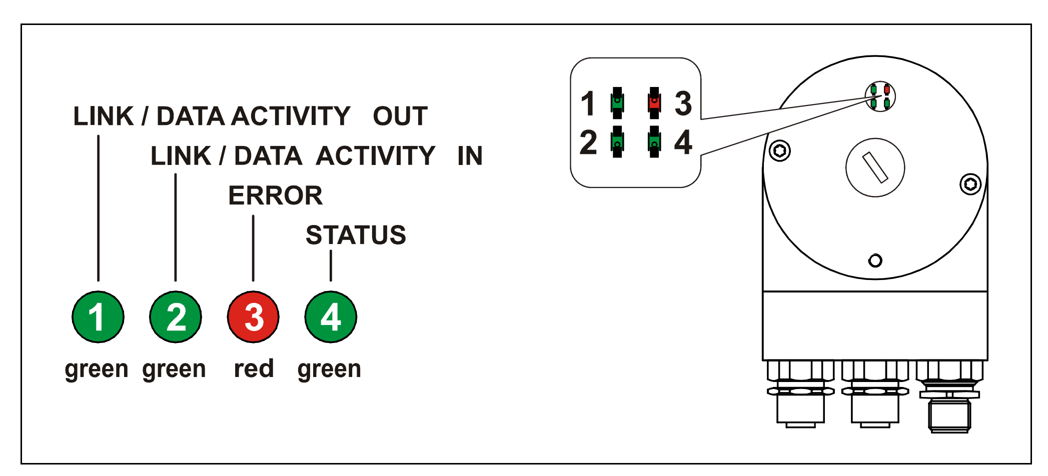


Abbildung 15: POWERLINK Diagnose-LEDs

6.2.1 Anzeigezustände und Blinkfrequenz

LED	Beschreibung
ON	permanent AN
OFF	permanent AUS
Flickering	Gleiche AN- und AUS-Zeiten mit einer Frequenz von ca. 10 Hz: AN = 50 ms, AUS = 50 ms. Abwechselnd rote LED / grüne LED.
Blinking	Gleiche AN- und AUS-Zeiten mit einer Frequenz von ca. 2.5 Hz: AN = 200 ms, AUS = 200 ms. Abwechselnd rote LED / grüne LED.
Single flash	Einmaliges kurzes Aufblinken, ca. 200 ms AN, gefolgt von einer langen AUS-Zeit, ca. 1000 ms.
Double flash	Zweimaliges kurzes Aufblinken, ca. 200 ms AN/AUS, gefolgt von einer langen AUS-Zeit, ca. 1000 ms.
Triple flash	Dreimaliges kurzes Aufblinken, ca. 200 ms AN/AUS, gefolgt von einer langen AUS-Zeit, ca. 1000 ms.

Tabelle 4: LED Anzeigezustände



6.2.2 Error LED

Die Funktion der Error-LED wird über die NMT State Machine und deren Zustandsübergänge gesteuert, siehe Abbildung 11, Seite 27.

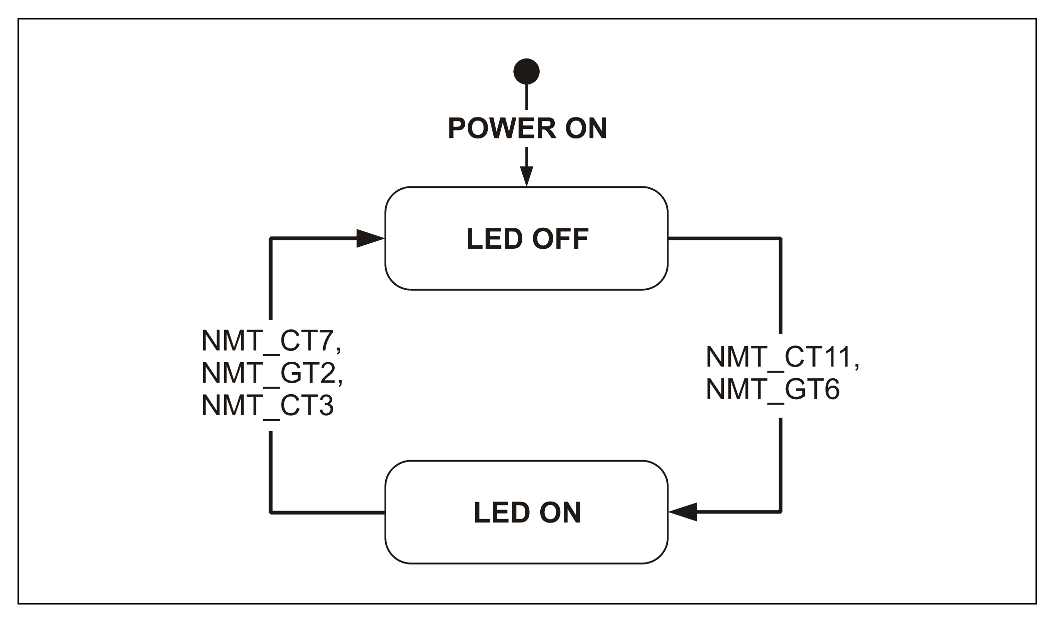


Abbildung 16: Error LED State Machine

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Optische Anzeigen“, Seite 91.

6.2.3 Status LED

Die Funktion der Status-LED wird über die Zustände der NMT State Machine gesteuert, siehe Abbildung 11, Seite 27.

Status LED	Zustand
OFF	NMT_GS_OFF, NMT_GS_INITIALISATION, NMT_CS_NOT_ACTIVE
Flickering	NMT_CS_BASIC_ETHERNET
Single flash	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1
Double flash	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2
Triple flash	NMT_CS_READY_TO_OPERATE
ON	NMT_CS_OPERATIONAL
Blinking	NMT_CS_STOPPED

Tabelle 5: Status LED

6.2.4 Link / Data Activity LED, IN/OUT

LED = ON „Link“, wenn eine Ethernet Verbindung hergestellt werden konnte. Blinkt auf „Data Activity“, wenn Daten gesendet oder empfangen werden. Die Data Activity Anzeige ist dominierend gegenüber der Link-Anzeige.
Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Optische Anzeigen“, Seite 91.

6.3 Netzwerkkonfiguration

6.3.1 MAC-Adresse

Jedem POWERLINK-Gerät wird bereits bei TR-Electronic eine weltweit eindeutige Geräte-Identifikation zugewiesen und dient zur Identifizierung des Ethernet-Knotens. Diese 6 Byte lange Geräte-Identifikation ist die MAC-Adresse und ist nicht veränderbar.

Die MAC-Adresse teilt sich auf in:

- 3 Byte Herstellerkennung und
- 3 Byte Gerätekennung, laufende Nummer

Die MAC-Adresse steht im Regelfall auf der Anschluss-Haube des Gerätes.
z.B.: „00-03-12-04-00-60“

6.3.2 IP-Adresse

Damit ein POWERLINK-Gerät als Teilnehmer am Industrial Ethernet angesprochen werden kann, benötigt dieses Gerät zusätzlich eine im Netz eindeutige IP-Adresse. Die IP-Adresse besteht aus 4 Dezimalzahlen mit dem Wertebereich von 0 bis 255. Die Dezimalzahlen sind durch einen Punkt voneinander getrennt.

Die IP-Adresse setzt sich zusammen aus

- Der Adresse des (Sub-) Netzes und
- Der Adresse des Teilnehmers, im Allgemeinen auch Host oder Netzknoten genannt

6.3.3 Subnetzmaske

Die gesetzten Bits der Subnetzmaske bestimmen den Teil der IP-Adresse, der die Adresse des (Sub-) Netzes enthält.

Allgemein gilt:

- Die Netzadresse ergibt sich aus der **UND**-Verknüpfung von IP-Adresse und Subnetzmaske.
- Die Teilnehmeradresse ergibt sich aus der Verknüpfung
IP-Adresse **UND** (**NICHT** Subnetzmaske)



6.3.4 Zusammenhang IP-Adresse und Default-Subnetzmaske

Es gibt eine Vereinbarung hinsichtlich der Zuordnung von IP-Adressbereichen und so genannten „Default-Subnetzmasken". Die erste Dezimalzahl der IP-Adresse (von links) bestimmt den Aufbau der Default-Subnetzmaske hinsichtlich der Anzahl der Werte „1" (binär) wie folgt:

Netzadressbereich (dez.)	IP-Adresse (bin.)				Adressklasse	Default Subnetzmaske
1.0.0.0 – 126.0.0.0	0xxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	A	255.0.0.0
128.1.0.0 – 191.254.0.0	10xx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	B	255.255.0.0
192.0.1.0 – 223.255.254.0	110x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	C	255.255.255.0

Class A-Netz: 1 Byte Netzadresse, 3 Byte Hostadresse
Class B-Netz: 2 Byte Netzadresse, 2 Byte Hostadresse
Class C-Netz: 3 Byte Netzadresse, 1 Byte Hostadresse

Beispiel zur Subnetzmaske

IP-Adresse = 130.094.122.195,
Netzmaske = 255.255.255.224

	Dezimal	Binär	Berechnung
IP-Adresse	130.094.122.195	10000010 01011110 01111010 11000011	IP-Adresse
Netzmaske	255.255.255.224	11111111 11111111 11111111 11100000	**UND** Netzmaske
Netzadresse	130.094.122.192	10000010 01011110 01111010 11000000	**= Netzadresse**
IP-Adresse	130.094.122.195	10000010 01011110 01111010 11000011	IP-Adresse
Netzmaske	255.255.255.224	11111111 11111111 11111111 11100000 (00000000 00000000 00000000 00011111)	**UND** (**NICHT** Netzmaske)
Hostadresse	3	00000000 00000000 00000000 00000011	**= Hostadresse**

6.3.5 IP-Adressierung

Jeder IP-fähiger EPL Knoten besitzt eine Ipv4 Adresse, eine Subnetzmaske und Default-Gateway. Diese Attribute werden als die IP-Parameter bezeichnet:

Ipv4 Adresse

Für ein EPL-Netzwerk wird die private Klasse C Netz-ID **192.168.100.0** benutzt. Ein Klasse C Netzwerk unterstützt die IP-Adressen 1…254 und entspricht der Anzahl gültiger EPL Node-Ids. Die Host-ID der privaten Klasse C Netz-ID ist identisch mit der eingestellten EPL Node-ID. Demzufolge enthält das letzte Byte der IP-Adresse (Host-ID) den Wert der EPL Node-ID:

IP-Adresse	
192.168.100.	eingestellte EPL Node-ID
Netz-ID	Host-ID

Tabelle 6: Aufbau der Ipv4 Adresse

Subnetzmaske

Die Subnetzmaske eines EPL-Knotens lautet 255.255.255.0. Dies ist die Subnetzmaske eines Klasse C Netzes.

Default Gateway

Ein Default Gateway ist ein Knoten (Router/Gateway) im EPL-Netzwerk und ermöglicht den Zugriff auf ein anderes Netzwerk, außerhalb des EPL-Netzwerks.

Für die Default Gateway Voreinstellung kann die IP-Adresse 192.168.100.254 benutzt werden. Dieser Wert kann an gültige IP-Adressen angepasst werden. Ist im EPL-Netzwerk ein Router/Gateway vorhanden, ist die dort benutzte IP-Adresse zu verwenden.

Die folgende Tabelle fast die Standard IP-Parameter noch mal zusammen:

IP-Parameter	IP-Adresse
IP-Adresse	192.168.100.<EPL Node-ID>
Subnetzmaske	255.255.255.0
Default Gateway	192.168.100.254, kann angepasst werden

Tabelle 7: IP-Parameter eines EPL-Knotens



6.3.6 Hostname

Jeder IP-fähiger EPL Knoten besitzt einen Hostnamen. Der Hostname kann benutzt werden, um EPL-Knoten mit ihren Namen statt mit ihrer IP-Adresse anzusprechen.

Zulässige Werte:

- 0x30…0x39 (0…9)
- 0x41…0x5A (A…Z)
- 0x61…0x6A (a…z)
- 0x2D (-)

Die Daten werden als ISO 646-1973(E) 7-Bit kodierte Zeichen interpretiert. Der Default Hostname setzt sich zusammen aus der EPL Node-ID und der Vendor-ID, getrennt durch das „-“ Zeichen: <EPL Node ID>-<Vendor ID>. Die EPL Node-ID und die Vendor-ID sind hexadezimal kodiert.

Wird nicht ausdrücklich ein Hostname zugewiesen, benutzt der EPL-Knoten stattdessen den Default Hostnamen. Der Hostname des EPL-Knotens kann über das NMT Managing Kommando *NMTNetHostNameSet* gesetzt werden. Hierzu muss sich der EPL-Knoten im Zustand *NMT_GS_INITIALISATION* befinden. Der Hostname kann über ein ASnd-Frame mit dem *IdentResponse Service* gelesen werden.

Alternativ kann der Hostname aber auch über Objekt 1F9Ah: NMT_HostName_VSTR auf Seite 73 konfiguriert werden.

7 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301)

Folgende Tabelle zeigt eine Gesamtübersicht der Indexe im Kommunikationsprofilbereich.



Abhängig vom Gerät, werden nicht immer alle Indexe unterstützt. !

M = Mandatory (zwingend)
O = Optional
C = Conditional (bedingt)

Index	Objekt	Name	Typ	Attr.	M/O/C	Seite
0x1000	VAR	NMT_DeviceType_U32	UNSIGNED32	CONST	M	46
0x1001	VAR	ERR_ErrorRegister_U8	UNSIGNED8	ro	M	47
0x1006	VAR	NMT_CycleLen_U32	UNSIGNED32	rw	M	47
0x100A	VAR	NMT_ManufactSwVers_VS	VISIBLE_STRING	CONST	O	48
0x1018	RECORD	NMT_IdentityObject_REC	IDENTITY	CONST	M	48
0x1020	RECORD	CFM_VerifyConfiguration_REC	CFM_VerifyConfiguration_TYPE	rw	M	50
0x1030	RECORD	NMT_InterfaceGroup_0h_REC	NMT_InterfaceGroup_TYPE	-	M	52
0x1300	VAR	SDO_SequLayerTimeout_U32	UNSIGNED32	rw	C	55
0x1800	RECORD	PDO_TxCommParam_0h_REC	PDO_CommParamRecord_TYPE	-	C	55
0x1A00	ARRAY	PDO_TxMappParam_0h_AU64 - Position_Low - Position_High	UNSIGNED64	ro	C	57
0x1C0A	RECORD	DLL_CNCollision_REC	DLL_ErrorCntRec_TYPE	-	C	58
0x1C0B	RECORD	DLL_CNLossSoC_REC	DLL_ErrorCntRec_TYPE	-	M	59
0x1C0F	RECORD	DLL_CNCRCError_REC	DLL_ErrorCntRec_TYPE	-	M	61
0x1C14	VAR	DLL_LossOfFrameTolerance_U32	UNSIGNED32	rw	C	62
0x1E40	RECORD	NWL_IpAddrTable_0h_REC	NWL_IpAddrTable_TYPE	-	C	63
0x1E4A	RECORD	NWL_IpGroup_REC	NWL_IpGroup_TYPE	-	C	65
0x1F82	VAR	NMT_FeatureFlags_U32	UNSIGNED32	CONST	M	66
0x1F83	VAR	NMT_EPLVersion_U8	UNSIGNED8	CONST	M	67
0x1F8C	VAR	NMT_CurrNMTState_U8	UNSIGNED8	ro	M	67
0x1F93	RECORD	NMT_EPLNodeID_REC	NMT_EPLNodeID_TYPE	-	M	68
0x1F98	RECORD	NMT_CycleTiming_REC	NMT_CycleTiming_TYPE	-	M	69
0x1F99	VAR	NMT_CNBasicEthernetTimeout_U32	UNSIGNED32	rw	M	72
0x1F9A	VAR	NMT_HostName_VSTR	VISIBLE_STRING32	rw	C	73
0x1F9E	VAR	NMT_ResetCmd_U8	UNSIGNED8	rw	M	73

Tabelle 8: Kommunikationsspezifische Standard-Objekte



7.1 Objekt 1000h: NMT_DeviceType_U32

Beinhaltet Informationen über den Gerätetyp. Das Objekt mit Index 1000h beschreibt den Gerätetyp und seine Funktionalität. Es besteht aus einem 16 Bit Feld, welches das benutzte Geräteprofil beschreibt (Geräteprofil-Nr. 406 = 196h) und ein zweites 16 Bit Feld, welches Informationen über den Gerätetyp liefert. Der Wert wird über die Geräte-Firmware während der Systeminitialisierung konfiguriert.

Index	0x1000	Objekttyp	VAR
Name	NMT_DeviceType_U32		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	UNSIGNED32	Zugriff	CONST
Standardwert	0x00020196	PDO Mapping	nein

Gerätetyp			
Geräte-Profil-Nummer		Encoder-Typ	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
0x96	0x01	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

Encoder-Typ		
Code	**Definition**	**Default**
01	Absoluter Single-Turn Encoder	je nach Encoder-Typ
02	Absoluter Multi-Turn Encoder	

7.2 Objekt 1001h: ERR_ErrorRegister_U8

Das Objekt ERR_ErrorRegister_U8 ist kompatibel zum Objekt „Error Register“ des Standard Kommunikationsprofils CiA DS 301.

Index	0x1001	Objekttyp	VAR
Name	ERR_ErrorRegister_U8		
Datentyp	UNSIGNED8	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	0…0xFF	Zugriff	ro
Standardwert	0	PDO Mapping	ja

Bit	M/O	Bedeutung
0	M	Allgemeiner Fehler Das Bit wird gesetzt, wenn das `Static Error Bit Field` oder `Status Entries` im StatusResponse Frame einen oder mehrere Fehler anzeigt.
1	O	nicht unterstützt
2	O	nicht unterstützt
3	O	nicht unterstützt
4	O	nicht unterstützt
5	O	nicht unterstützt
6	O	nicht unterstützt
7	O	Herstellerspezifisch, nicht unterstützt

7.3 Objekt 1006h: NMT_CycleLen_U32

Dieses Objekt bestimmt das Intervall für die Kommunikations-Zykluszeit in µs, siehe auch Abbildung 2: EPL Zyklusdiagramm auf Seite 17. Die daraus resultierende Periode bestimmt das SYNC Intervall. Der Wert wird bei der Systemkonfiguration gesetzt und gilt sowohl für den MN, als auch für den CN.

Index	0x1006	Objekttyp	VAR
Name	NMT_CycleLen_U32		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF	Zugriff	rw, gültig beim Reset
Standardwert	5000 µs	PDO Mapping	nein



7.4 Objekt 100Ah: NMT_ManufactSwVers_VS

Enthält die Hersteller Softwareversion.

Index	0x100A	Objekttyp	VAR
Name	NMT_ManufactSwVers_VS		
Datentyp	VISIBLE_STRING	Kategorie	Optional
Wertebereich	-	Zugriff	CONST
Standardwert	„TR-V1“, versionsabhängig	PDO Mapping	nein

7.5 Objekt 1018h: NMT_IdentityObject_REC

Dieses Objekt enthält allgemeine Identifikations-Informationen über das Mess-System. Die Werte werden durch die Firmware während der Systeminitialisierung konfiguriert.

Index	0x1018	Objekttyp	RECORD
Name	NMT_IdentityObject_REC		
Datentyp	IDENTITY	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x4
Wertebereich	0x4

Sub-Index	**001**
Beschreibung	VendorId_U32, enthält die von der CiA zugewiesene Geräte Vendor ID
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x025C
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**002**
Beschreibung	ProductCode_U32, enthält die gerätespezifische Klassifizierung der Art.-Nr.
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	1: Absoluter Single-Turn Encoder 2: Absoluter Multi-Turn Encoder
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**003**
Beschreibung	RevisionNo_U32, enthält die herstellerspezifische Revisions-Nr.
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x89224
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Format:

31 … 16	15 … 0
Haupt-Anteil	Index-Anteil
Revisions-Nr.	
MSB	LSB

Der Haupt-Anteil der Revisions-Nr. bezeichnet ein spezifisches Geräteverhalten. Wenn die Funktionalität des Gerätes erweitert wird, wird der Haupt-Anteil der Revisions-Nr. hochgezählt. Der Index-Anteil bezeichnet unterschiedliche Versionen mit demselben Geräteverhalten.

Sub-Index	**004**
Beschreibung	SerialNo_U32, enthält die Geräte-Seriennummer
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x1
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF



7.6 Objekt 1020h: CFM_VerifyConfiguration_REC

Dieses Objekt enthält das Konfigurations-Datum und –Zeit.

Index	0x1020	Objekttyp	RECORD
Name	CFM_VerifyConfiguration_REC		
Datentyp	CFM_VerifyConfiguration_TYPE	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x4
Wertebereich	0x4

Sub-Index	**001**
Beschreibung	ConfDate_U32, enthält das Konfigurationsdatum (Anz. Tage seit 1. Januar 1984)
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**002**
Beschreibung	ConfTime_U32, enthält die Konfigurationszeit (Anzahl ms seit Mitternacht)
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	003
Beschreibung	ConfId_U32, enthält eine ID-Nummer für die Konfiguration
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Der Wert wird durch ein Konfigurations-Tool erzeugt und ist in gewisser Hinsicht herstellerspezifisch.
In einem EPL Netzwerk sollten nur die Knoten dieselbe ID-Nummer enthalten, dessen Hardware und Konfiguration identisch ist, ausgenommen einige knotenspezifische Parameter wie z.B. die EPL Node-ID oder die Seriennummer etc. Ansonsten sollte jeder Knoten in einem Ethernet POWERLINK Netzwerk-Segment eine einzigartige ID-Nummer besitzen.

Sub-Index	004
Beschreibung	VerifyConfInvalid_U32
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0x1; 0 = FALSE, 1 = TRUE

`VerifyConfInvalid_U32` erlaubt temporäre lokale Modifikationen der Konfigurationsparameter für Testzwecke unter Beibehaltung der Bootfähigkeit des Netzwerks.

`VerifyConfInvalid_U32` = FALSE zeigt an, dass die Konfiguration seit der letzten Speicherung von `ConfId_U32` (Sub-Index 003) nicht modifiziert wurde.

Eine Änderung der Parameter, welche im nichtflüchtigen Speicher gespeichert werden, setzt `VerifyConfInvalid_U32` auf TRUE.

Das Schreiben eines Wertes > 0 auf `ConfId_U32` setzt `VerifyConfInvalid_U32` auf FALSE.

Diese Information kann durch ein Konfigurations-Tool oder einer Applikation benutzt werden, um eine Warnung anzuzeigen, falls die Konfiguration eines Knotens modifiziert worden ist.



7.7 Objekt 1030h: NMT_InterfaceGroup_0h_REC

Dieses Objekt wird benutzt, um Parameter der Netzwerk-Schnittstellen (physikalisch oder virtuell) über SDO zu konfigurieren und abzufragen. Jede Schnittstelle hat einen Eintrag. Das `InterfaceGroup_REC` – Objekt ist eine Untermenge der Schnittstellengruppe RFC1213.

Index	0x1030	Objekttyp	RECORD
Name	NMT_InterfaceGroup_0h_REC		
Datentyp	NMT_InterfaceGroup_TYPE	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x09
Wertebereich	0x09

Sub-Index	**001**
Beschreibung	InterfaceIndex_U16, enthält den Index für die physikalische Schnittstelle
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x9
Wertebereich	0x01…0x0A

Diese Zahl ist die Indexziffer, die von 0x102F subtrahiert wird. Der EPL-Knoten, welcher eine Schnittstelle hinzufügt, generiert den entsprechenden Wert.
Die Schnittstelle, die durch einen bestimmten Wert dieses Indexes definiert wird, ist die selbe Schnittstelle definiert durch den selben Wert von Objekt 1E40h: NWL_IpAddrTable_0h_REC.`IfIndex_U16`.

Sub-Index	002
Beschreibung	InterfaceDescription_VSTR, enthält Schnittstellen-Informationen
Kategorie	Mandatory
Datentyp	VISIBLE_STRING
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	TR-Port-P2MAC-V1
Wertebereich	-

Dieser Textstring enthält den Namen des Herstellers, den Produktnamen und die Version der Hardwareschnittstelle.
Der Wert wird über die Geräte-Firmware während der Systeminitialisierung konfiguriert.

Sub-Index	003
Beschreibung	InterfaceType_U8, enthält den Schnittstellen-Typ
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED8
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x6, ethernet-csmacd
Wertebereich	0x01…0x07

Sub-Index	004
Beschreibung	InterfaceMtu_U16, enthält die max. Rx/Tx Datagrammgröße in Bytes
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	1000 Bytes
Wertebereich	0…0xFF FF

Sub-Index	005
Beschreibung	InterfacePhysAddress_OSTR, enthält die physikalische Schnittstellenadresse
Kategorie	Mandatory
Datentyp	OCTET_STRING6
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	-



Sub-Index	006
Beschreibung	InterfaceName_VSTR, enthält den Schnittstellen-Referenznamen, benützt durch den Gerätetreiber
Kategorie	Mandatory
Datentyp	VISIBLE_STRING
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	TR-Epl-Slave
Wertebereich	-

Sub-Index	007
Beschreibung	InterfaceOperStatus_U8, enthält den momentanen Schnittstellen-Betriebszustand
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED8
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0 = Down, 1 = Up

Sub-Index	008
Beschreibung	InterfaceAdminState_U8, enthält den momentanen Schnittstellen-Administrationszustand
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED8
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0 = Down, 1 = Up

Sub-Index	009
Beschreibung	Valid_BOOL, spezifiziert die Datengültigkeit von diesem Objekt
Kategorie	Mandatory
Datentyp	BOOLEAN
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	TRUE = Daten gültig, FALSE = Daten ungültig

7.8 Objekt 1300h: SDO_SequLayerTimeout_U32

Dieses Objekt enthält den Timeout-Wert in ms für die Erkennung eines Verbindungsabbruchs bei einer SDO-Übertragung.

Index	0x1300	Objekttyp	VAR
Name	SDO_SequLayerTimeout_U32		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF	Zugriff	rw
Standardwert	30.000 ms	PDO Mapping	nein

7.9 Objekt 1800h: PDO_TxCommParam_0h_REC

Dieses Objekt enthält die Mapping-Version sowie Adress-Informationen und beschreibt die Kommunikationsattribute des TPDO-Kanals.
Da ein CN nur ein TPDO-Kanal besitzt, ist nur das erste Kommunikationsparameter-Objekt 0x1800 implementiert.

Index	0x1800	Objekttyp	RECORD
Name	PDO_TxCommParam_0h_REC		
Datentyp	PDO_CommParamRecord_TYPE	Kategorie	Cond

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x2
Wertebereich	0x2

Sub-Index	**001**
Beschreibung	NodeID_U8, enthält die Node-ID des PDO-Ziels für den MN, PReq → CN
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED8
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFE



Sub-Index	**002**
Beschreibung	MappingVersion_U8, enthält die Mapping Versions-Nr.
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED8
Zugriff	ro, unterstützt nur statisches Mapping
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF

Format:

High-Nibble	Low-Nibble
übergeordneter Anteil	untergeordneter Anteil
Mapping Version	

Die Mapping Version wird benötigt, um die Kompatibilität des TPDO-Kanals mit Hilfe des „PDO-Mapping-Version-Handlings“ zu gewährleisten.

7.10 Objekt 1A00h: PDO_TxMappParam_0h_AU64

Dieses Objekt beschreibt die Abbildung der in den TPDO-Nutzdaten enthaltenen Objekte aus den Objektverzeichniseinträgen.
Da ein CN nur ein TPDO-Kanal besitzt, ist nur das erste Mapping-Parameter-Objekt 0x1A00 implementiert.

Index	0x1A00	Objekttyp	ARRAY
Name	PDO_TxMappParam_0h_AU64		
Datentyp	UNSIGNED64	Kategorie	Cond

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der gemappten Objekte im PDO
Zugriff	ro, unterstützt nur statisches Mapping
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x02
Wertebereich	0…0xFE

TPDO Mapping Parameter

Index	0x1A00			
Name	PDO_TxMappParam_0h_AU64			
Sub-Index	**Name**	**Standardwert in HEX**	**Datentyp**	**Zugriff**
0x00	Anzahl der Einträge	02		ro
0x01	ObjectMapping 1; Position_Low, 32 Bit	3100-01-00–0000-0020	UNSIGNED64	ro
0x02	ObjectMapping 2; Position_High, 32 Bit	3100-02-00–0020-0020	UNSIGNED64	ro

Format des internen Bit-Mappings des PDO-Mappingeintrags (Standardwert)

	UNSIGNED64				
	MSB				LSB
Bits	63…48	47…32	31…24	23…16	15…0
Name	Länge in Bits	Offset in Bits	reserved	Sub-Index	Index
Typ	UNSIGNED16	UNSIGNED16	-	UNSIGNED8	UNSIGNED16



7.11 Objekt 1C0Ah: DLL_CNCollision_REC

Dieses Objekt wird benutzt, um das Fehlersymptom `Collisions` (Buskollisionen) zu überwachen und zu melden. Kollisionen werden vom CN erkannt. Fehlerauslösung siehe Threshold Counter auf Seite 86.

Index	0x1C0A	Objekttyp	RECORD
Name	DLL_CNCollision_REC		
Datentyp	DLL_ErrorCntRec_TYPE	Kategorie	Cond

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x3
Wertebereich	0x3

Sub-Index	**001**
Beschreibung	CumulativeCnt_U32, Summenzähler enthält die Anzahl der Kollisionen
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	002
Beschreibung	ThresholdCnt_U32, Grenzwertzähler pro Kollisionsfehler → +8, kein Fehler/Zyklus → -1
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	003
Beschreibung	Threshold_U32, enthält den Grenzwert für Sub-Index 002, ThresholdCnt_U32 Wenn Grenzwert erreicht → `NMT_GS_RESET_APPLICATION`
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	15
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF; 0 = Funktion deaktiviert, keine Fehlerauslösung 1 = direkte Fehlerauslösung

7.12 Objekt 1C0Bh: DLL_CNLossSoC_REC

Dieses Objekt wird benutzt, um das Fehlersymptom `Loss of SoC` (Verlust von Start-of-Cycle Frames) zu überwachen und zu melden. `Loss of SoC`-Fehler werden vom CN erkannt. Fehlerauslösung siehe Threshold Counter auf Seite 86.

Index	0x1C0B	Objekttyp	RECORD
Name	DLL_CNLossSoC_REC		
Datentyp	DLL_ErrorCntRec_TYPE	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	000
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x3
Wertebereich	0x3



Sub-Index	**001**
Beschreibung	CumulativeCnt_U32, Summenzähler enthält die Anzahl der verloren gegangenen `SoC` Frames
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**002**
Beschreibung	ThresholdCnt_U32, Grenzwertzähler pro `Loss of SoC` Fehler → +8, kein Fehler/Zyklus → -1
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**003**
Beschreibung	Threshold_U32, enthält den Grenzwert für Sub-Index 002, ThresholdCnt_U32 Wenn Grenzwert erreicht → Fehlerzustand (PRE_OPERATIONAL_1)
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	15
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF; 0 = Funktion deaktiviert, keine Fehlerauslösung 1 = direkte Fehlerauslösung

7.13 Objekt 1C0Fh: DLL_CNCRCError_REC

Dieses Objekt wird benutzt, um das Fehlersymptom `CRCError` (Prüfsummenfehler bei der Übertragung) zu überwachen und zu melden. CRC-Fehler werden vom CN erkannt. Fehlerauslösung siehe Threshold Counter auf Seite 86.

Index	0x1C0F	Objekttyp	RECORD
Name	DLL_CNCRCError_REC		
Datentyp	DLL_ErrorCntRec_TYPE	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x3
Wertebereich	0x3

Sub-Index	**001**
Beschreibung	CumulativeCnt_U32, Summenzähler enthält die Anzahl der CRC-Fehler
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**002**
Beschreibung	ThresholdCnt_U32, Grenzwertzähler pro CRC-Fehler → +8, kein Fehler/Zyklus → -1
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**003**
Beschreibung	Threshold_U32, enthält den Grenzwert für Sub-Index 002, ThresholdCnt_U32 Wenn Grenzwert erreicht → Fehlerzustand (PRE_OPERATIONAL_1)
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	15
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF; 0 = Funktion deaktiviert, keine Fehlerauslösung 1 = direkte Fehlerauslösung



7.14 Objekt 1C14h: DLL_LossOfFrameTolerance_U32

Dieses Objekt enthält ein Toleranz-Zeitintervall in [ns], welcher bei einer `CN Loss of SoC` Fehlererkennung angewandt wird, siehe Kapitel „Loss of SoC", Seite 88.

Index	0x1C14	Objekttyp	VAR
Name	DLL_LossOfFrameTolerance_U32		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Cond
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF	Zugriff	rw
Standardwert	10 ms	PDO Mapping	nein

7.15 Objekt 1E40h: NWL_IpAddrTable_0h_REC

Die IP-Adress-Tabelle enthält die IP-Adressierungs-Informationen. Das *NWL_IpAddrTable_0h_REC* – Objekt ist eine Untermenge der IP-Gruppe RFC1213 und ordnet die IP-Parameter der Schnittstelle zu, welche im Objekt 1030h: NMT_InterfaceGroup_0h_REC.*InterfaceIndex_U16* definiert ist.

Index	0x1E40	Objekttyp	RECORD
Name	NWL_IpAddrTable_0h_REC		
Datentyp	NWL_IpAddrTable_TYPE	Kategorie	Cond

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x05
Wertebereich	0x05

Sub-Index	**001**
Beschreibung	IfIndex_U16, enthält den Index für die physikalische Schnittstelle
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF

Die Schnittstelle, die durch einen bestimmten Wert dieses Indexes definiert wird, ist die selbe Schnittstelle definiert durch den selben Wert von Objekt 1030h: NMT_InterfaceGroup_0h_REC.*InterfaceIndex_U16.*

Sub-Index	**002**
Beschreibung	Addr_IPAD, enthält die IP-Adresse 192.168.100.<EPL Node-ID>
Kategorie	Mandatory
Datentyp	IP_ADDRESS
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF



Sub-Index	**003**
Beschreibung	NetMask_IPAD, enthält die zur IP-Adresse zugehörige Subnetzmaske 255.255.255.0
Kategorie	Mandatory
Datentyp	IP_ADDRESS
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**004**
Beschreibung	ReasmMaxSize_U16, enthält die Größe des größten IP-Datagramms von eingehenden IP-fragmentierten Datagrammen
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF

Sub-Index	**005**
Beschreibung	DefaultGateway_IPAD, enthält das zur IP-Adresse zugehörige Standard Gateway (EPL Standardadresse Router-Typ 1, 192.168.100.254)
Kategorie	Mandatory
Datentyp	IP_ADDRESS
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

7.16 Objekt 1E4Ah: NWL_IpGroup_REC

Das *NWL_IpGroup_REC* – Objekt ist eine Untermenge der IP-Gruppe RFC1213 und enthält Informationen über den IP-Stack.

Index	0x1E4A	Objekttyp	RECORD
Name	NWL_IpGroup_REC		
Datentyp	NWL_IpGroup_TYPE	Kategorie	Cond

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x03
Wertebereich	0x03

Sub-Index	**001**
Beschreibung	Forwarding_BOOL, zeigt an, ob empfangene Datagramme welche nicht an diese Funktionseinheit adressiert sind weitergeleitet werden, oder nicht (IP-Routerfunktion, keine IP-Routerfunktion)
Kategorie	Mandatory
Datentyp	BOOLEAN
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0 = keine Übermittlung, 1 = wird übermittelt

Sub-Index	**002**
Beschreibung	DefaultTTL_U16, enthält den Time-To-Live Wert für den IP-Header. Verhindert, dass unzustellbare Pakete unendlich lange weitergeleitet werden.
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x40
Wertebereich	0…0xFF FF



Sub-Index	003
Beschreibung	ForwardDatagrams_U32, enthält die Anzahl der Eingangs-Datagramme, welche nicht an diese Funktionseinheit adressiert sind.
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

7.17 Objekt 1F82h: NMT_FeatureFlags_U32

Dieses Objekt enthält die Feature-Flags und zeigt die durch das Gerät unterstützten Funktionen an. Die Werte werden über die Geräte-Firmware während der Systeminitialisierung konfiguriert.

Index	0x1F82	Objekttyp	VAR
Name	NMT_FeatureFlags_U32		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	0x00003FFF	Zugriff	CONST
Standardwert	0x00000087	PDO Mapping	nein

Wert-Interpretation

Byte	Bit	Name	TRUE	FALSE
0	**0 = 1**	**Isochronous**	Zyklischer Zugriff über PReq Frames, CN kann isochronisch betrieben werden.	—
	1 = 1	**SDO by UDP/IP**	Gerät unterstützt SDO Kommunikation über UDP/IP Frames.	—
	2 = 1	**SDO by ASnd**	Gerät unterstützt SDO Kommunikation über EPL ASnd Frames.	—
	3 = 0	SDO by PDO	nicht unterstützt	
	4 = 0	NMT Info Services		
	5 = 0	Extended NMT State Commands		
	6 = 0	Dynamic PDO Mapping		
	7 = 1	**NMT Service by UDP/IP**	Gerät unterstützt NMT Service über UDP/IP Frames.	—
1	8 = 0	Configuration Manager	nicht unterstützt	
	9 = 0	Multiplexed Access		
	10 = 0	NodeID setup by SW		
	11 = 0	MN Basic Ethernet Mode		
	12 = 0	Routing Type 1 Support		
	13 = 0	Routing Type 2 Support		
	14 = 0	SDO Read/Write All by Index		
	15 = 0	SDO Read/Write Mult. Parameter by Index		
2	16-23 = 0	reserved		
3	24-31 = 0	reserved		

Tabelle 9: NMT_FeatureFlags_U32 Interpretation

7.18 Objekt 1F83h: NMT_EPLVersion_U8

Dieses Objekt enthält die implementierte EPL Kommunikations-Profil-Version. Der Wert wird über die Geräte-Firmware während der Systeminitialisierung konfiguriert.

Index	0x1F83	Objekttyp	VAR
Name	NMT_EPLVersion_U8		
Datentyp	UNSIGNED8	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	0	Zugriff	CONST
Standardwert	0…0xFF	PDO Mapping	nein

Format:

High-Nibble	Low-Nibble
übergeordneter Anteil	untergeordneter Anteil
EPL Version	

7.19 Objekt 1F8Ch: NMT_CurrNMTState_U8

Dieses Objekt enthält den aktuellen NMT-Status. Wenn der Ausfall eines Knotens erkannt wird, sollte der aktuelle NMT-Zustand des Knotens auf *NMT_CS_NOT_ACTIVE* zurückgesetzt werden.

Index	0x1F8C	Objekttyp	VAR
Name	NMT_CurrNMTState_U8		
Datentyp	UNSIGNED8	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	siehe Tabelle	Zugriff	ro
Standardwert	0x1C, NMT_CS_NOT_ACTIVE	PDO Mapping	ja

Wert-Interpretation

	NMT Zustände	Wert, binär	übergeordnet
MN und CN	NMT_GS_OFF	0000 0000	
	NMT_GS_POWERED	xxxx 1xxx	X
	NMT_GS_INITIALISATION	xxxx 1001	X
	NMT_GS_INITIALISING	0001 1001	
	NMT_GS_RESET_APPLICATION	0010 1001	
	NMT_GS_RESET_COMMUNICATION	0011 1001	
	NMT_GS_RESET_CONFIGURATION	0111 1001	
	NMT_GS_COMMUNICATING	xxxx 11xx	X
CN	NMT_CS_NOT_ACTIVE	0001 1100	
	NMT_CS_EPL_MODE	xxxx 1101	X
	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1	0001 1101	
	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2	0101 1101	
	NMT_CS_READY_TO_OPERATE	0110 1101	
	NMT_CS_OPERATIONAL	1111 1101	
	NMT_CS_STOPPED	0100 1101	
	NMT_CS_BASIC_ETHERNET	0001 1110	

Tabelle 10: CN NMT-Zustände



7.20 Objekt 1F93h: NMT_EPLNodeID_REC

Das Objekt enthält die Geräte EPL Node-ID.

Index	0x1F93	Objekttyp	RECORD
Name	NMT_EPLNodeID_REC		
Datentyp	NMT_EPLNodeID_TYPE	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x02
Wertebereich	0x02…0x03

Sub-Index	**001**
Beschreibung	NodeID_U8, zeigt die über die Hardware-Schalter eingestellte Node-ID an
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED8
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x1
Wertebereich	0x01…0xFE

Sub-Index	**002**
Beschreibung	NodeIDByHW_BOOL, zeigt an, ob die EPL Node-ID hardwaremäßig oder softwaremäßig eingestellt werden kann
Kategorie	Mandatory
Datentyp	BOOLEAN
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x1
Wertebereich	0 = softwaremäßige Einstellung, 1 = hardwaremäßige Einstellung

7.21 Objekt 1F98h: NMT_CycleTiming_REC

Das Objekt enthält knotenspezifische Timing-Parameter, welche das EPL Zykluszeitverhalten beeinflussen.

Index	0x1F98	Objekttyp	RECORD
Name	NMT_CycleTiming_REC		
Datentyp	NMT_CycleTiming_TYPE	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x09
Wertebereich	0x09

Sub-Index	**001**
Beschreibung	IsochrTxMaxPayload_U16, enthält die max. gerätespezifische Nutzdatengröße in Bytes von isochronen Nachrichten welche durch das Gerät gesendet werden können
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	1490 Bytes
Wertebereich	0x0024…0x05D2

Sub-Index	**002**
Beschreibung	IsochrRxMaxPayload_U16, enthält die max. gerätespezifische Nutzdatengröße in Bytes von isochronen Nachrichten welche durch das Gerät empfangen werden können
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	1490 Bytes
Wertebereich	0x0024…0x05D2



Sub-Index	**003**
Beschreibung	PresMaxLatency_U32, enthält die max. Zeit in ns, welche durch den CN benötigt wird, um auf einen PReq-Frame vom MN zu antworten
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**004**
Beschreibung	PreqActPayloadLimit_U16, enthält die vom CN zu erwartende konfigurierte PReq Nutzdaten Blockgröße in Bytes. Die Nutzdaten Blockgröße + Header ergibt die feste Größe des PReq-Frames, unabhängig von der PDO-Datengröße. Der Datenblock wird bis zu dieser Grenze mit PDO Daten aufgefüllt.
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	rw, gültig beim Reset
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x24
Wertebereich	0x24…Sub-Index 002

Sub-Index	**005**
Beschreibung	PresActPayloadLimit_U16, enthält die konfigurierte PRes Nutzdaten Blockgröße in Bytes die durch den CN gesendet werden. Die Nutzdaten Blockgröße + Header ergibt die feste Größe des PRes-Frames, unabhängig von der PDO-Datengröße. Der Datenblock wird bis zu dieser Grenze mit PDO Daten aufgefüllt.
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	rw, gültig beim Reset
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x24
Wertebereich	0x24…Sub-Index 001

Sub-Index	006
Beschreibung	AsndMaxLatency_U32, enthält die max. Zeit in ns, welche durch den CN benötigt wird, um auf einen SoA-Frame vom MN zu antworten
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	007
Beschreibung	MultiplCycleCnt_U8, zeigt an, ob der Knoten den Multiplexed-Betrieb unterstützt
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED8
Zugriff	rw, gültig beim Reset
PDO Mapping	nein
Standardwert	0, Knoten unterstützt keinen Multiplexed-Betrieb
Wertebereich	0…0xFF

Sub-Index	008
Beschreibung	AsyncMTU_U16, enthält die max. ASnd- bzw. UDP/IP-Framegröße in Bytes
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	rw, gültig beim Reset
PDO Mapping	nein
Standardwert	300 Bytes
Wertebereich	300…1500 Bytes

Der Wert entspricht einem kompletten Ethernetframe, abzüglich 14 Byte Ethernetheader und 4 Byte CRC. Der Maximalwert von `AsyncMTU_U16` wird durch die Objekt 1030h: NMT_InterfaceGroup_0h_REC.`InterfaceMtu_U16` – Werte aller Geräte im Segment begrenzt. Dieser Grenzwert sollte 18 Byte kleiner als der kleinste `InterfaceMtu_U16`-Wert sein und muss durch jeden Knoten im Segment unterstützt werden können. `AsyncMTU_U16` sollte bei jedem Knoten im Segment den gleichen Wert haben.



Sub-Index	009
Beschreibung	Prescaler_U16, konfiguriert die Toggle-Rate des SoC PS-Flags
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	rw, gültig beim Reset
PDO Mapping	nein
Standardwert	2 Zyklen
Wertebereich	0…1000 Zyklen, 0 = Funktion deaktiviert

Der Wert bestimmt die Anzahl der Zyklen, die vom MN benötigt werden, um das Umschalten des Flags zu beenden.
Prescaler_U16 sollte bei jedem Knoten im Segment den gleichen Wert haben.

7.22 Objekt 1F99h: NMT_CNBasicEthernetTimeout_U32

Dieses Objekt enthält den Timeout-Wert in µs, bevor der CN vom Zustand *NMT_CS_NOT_ACTIVE* in den Zustand *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* überführt wird.

Das MN und CN Anlauf-Zeitverhalten sollte gut aufeinander abgestimmt sein und die Einschaltabfolge beachtet werden.

Index	0x1F99	Objekttyp	VAR
Name	NMT_CNBasicEthernetTimeout_U32		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF	Zugriff	rw, gültig beim Reset
Standardwert	5 000 000 µs	PDO Mapping	nein

Wert 0 bedeutet, es wird nie in den Zustand *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* übergewechselt. Der eingegebene Wert sollte größer als der eingetragene Wert aus Objekt 1006h: NMT_CycleLen_U32 sein.

Um ein fehlerhaftes Umschalten in den *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* – Mode beim Systemstart zu vermeiden, sollte der hier eingetragene Wert größer als die Bootzeit des MN's sein (Objekt 1F89 *NMT_BootTime_REC.MNWaitNotAct_U32*).

7.23 Objekt 1F9Ah: NMT_HostName_VSTR

Dieses Objekt enthält den DNS Hostnamen, siehe auch Kapitel „6.3.6 Hostname“ auf Seite 44.

Index	0x1F9A	Objekttyp	VAR
Name	NMT_HostName_VSTR		
Datentyp	VISIBLE_STRING32	Kategorie	Cond
Wertebereich	VISIBLE_STRING	Zugriff	rw
Standardwert	0	PDO Mapping	nein

7.24 Objekt 1F9Eh: NMT_ResetCmd_U8

Die NMT Reset-Kommandos `NMTSwReset`, `NMTResetNode`, `NMTResetConfiguration`, und `NMTResetCommunication` können mit Schreiben der entsprechenden NMT-Service-ID auf dieses Objekt ausgelöst werden.

Ein NMT Reset über dieses Objekt sollte nur von CNs im Zustand `NMT_CS_BASIC_ETHERNET` angewandt werden. Anwendungen auf Knoten im Zustand `NMT_CS_EPL_MODE` oder `NMT_MS_EPL_MODE` verletzen die NMT-Regeln und generieren DLL und NMT-Guarding Fehler. Stattdessen sind die NMT-Requests des MN's zu benutzen. Siehe hierzu auch ab Kapitel „4.10 NMT State Machine“ auf Seite 25.

Nach Beendigung des Resets wird das Objekt automatisch durch den Knoten auf den Wert 0xFF = `NMTInvalidService` gesetzt. Bei Lesezugriff wird ebenfalls immer nur die NMT-Service-ID 0xFF für `NMTInvalidService` angezeigt.

Index	0x1F9E	Objekttyp	VAR
Name	NMT_ResetCmd_U8		
Datentyp	UNSIGNED8	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	0x28…0xFF, siehe Tabelle	Zugriff	rw
Standardwert	0xFF	PDO Mapping	nein

Name	NMT-Service-ID
NMTResetNode	0x28
NMTResetCommunication	0x29
NMTResetConfiguration	0x2A
NMTSwReset	0x2B
NMTInvalidService	0xFF

Tabelle 11: CN NMT Reset-Kommandos



8 Hersteller- und Profil-spezifische Objekte (CiA DS-406)

M = Mandatory (zwingend)
O = Optional

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	M/O	Seite
Parameter						
2000	VAR	Anzahl Umdrehungen, Zähler	UNSIGNED32	rw	M	77
2001	VAR	Anzahl Umdrehungen, Nenner	UNSIGNED32	rw	O	77
2002	ARRAY	Gesamtmesslänge in Schritten	UNSIGNED32	rw	M	76
2003	ARRAY	Presetwert	UNSIGNED32	rw	M	80
2004	VAR	Preset setzen	UNSIGNED8	rw	O	81
2005	VAR	Betriebsparameter	UNSIGNED8	rw	O	81
2006	VAR	Parameter übernehmen	UNSIGNED8	rw	O	81
2007	ARRAY	Positionswert	UNSIGNED32	ro	O	82
3100	ARRAY	Mapping	UNSIGNED32	ro	O	83

Tabelle 12: Encoder-Profilbereich

8.1 Skalierungsparameter



WARNUNG !

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden beim Wiedereinschalten des Mess-Systems nach Positionierungen im stromlosen Zustand durch Verschiebung des Nullpunktes!

Ist die Anzahl der Umdrehungen keine 2-er Potenz oder >4096, kann, falls mehr als 512 Umdrehungen im stromlosen Zustand ausgeführt werden, der Nullpunkt des Multi-Turn Mess-Systems verloren gehen!

- Sicherstellen, dass bei einem Multi-Turn Mess-System der Quotient von ***Umdrehungen Zähler/Umdrehungen Nenner*** eine 2er-Potenz aus der Menge 2^0, 2^1, 2^2…2^{12} (1, 2, 4…4096) ist.

  oder

- Sicherstellen, dass sich Positionierungen im stromlosen Zustand bei einem Multi-Turn Mess-System innerhalb von 512 Umdrehungen befinden.

Über die Skalierungsparameter kann die physikalische Auflösung des Mess-Systems verändert werden. Das Mess-System unterstützt die Getriebefunktion für Rundachsen.

Dies bedeutet, dass die ***Anzahl Schritte pro Umdrehung*** und der Quotient von ***Umdrehungen Zähler/Umdrehungen Nenner*** eine Kommazahl sein darf.

Der ausgegebene Positionswert wird mit einer Nullpunktskorrektur, der eingestellten Zählrichtung und den eingegebenen Getriebeparametern verrechnet.



8.1.1 Objekt 2002h: Messlänge in Schritten

Legt die ***Gesamtschrittzahl*** des Mess-Systems fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

Index	0x2002	Objekttyp	Array
Name	Total_Measuring_Range		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x2
Wertebereich	0…0x02

Sub-Index	**001**
Beschreibung	Low_Word
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	16 Schritte
Obergrenze	CEx-65: 33 554 432 Schritte (25 Bit) COx-65: 0 Schritte (Low-Anteil)
Standardwert	33 554 432 Schritte

Sub-Index	**002**
Beschreibung	High_Word
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0 Schritte
Obergrenze	CEx-65: 0 Schritte COx-65: 16 Schritte (High-Anteil)
Standardwert	0 Schritte

Der tatsächlich einzugebende Obergrenzwert für die Messlänge in Schritten ist von der Mess-System-Ausführung abhängig und kann nach untenstehender Formel berechnet werden. Da der Wert "0" bereits als Schritt gezählt wird, ist der Endwert = Messlänge in Schritten – 1.

Messlänge in Schritten = Schritte pro Umdrehung * Anzahl der Umdrehungen

Zur Berechnung können die Parameter ***Schritte/Umdr.*** und ***Anzahl Umdrehungen*** vom Typenschild des Mess-Systems abgelesen werden.

	Messlänge Low_Word				**Messlänge High_Word**			
	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
CEx-65	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}	-	-	-	-
COx-65	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}	2^{39} bis 2^{32}	2^{47} bis 2^{40}	2^{55} bis 2^{48}	2^{63} bis 2^{56}

8.1.2 Objekt 2000-2001h: Umdrehungen, Zähler/Nenner

Diese beiden Parameter zusammen, legen die ***Anzahl der Umdrehungen*** fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

Da Kommazahlen nicht immer endlich (wie z.B. 3,4) sein müssen, sondern mit unendlichen Nachkommastellen (z.B. 3,43535355358774...) behaftet sein können, wird die Umdrehungszahl als Bruch eingegeben.

Index	**0x2000**
Beschreibung	Number_Of_Revolution-numerator
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze Zähler	1
Obergrenze Zähler	256000
Default	**4096**

Index	**0x2001**
Beschreibung	Number_Of_Revolution-divisor
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze Nenner	1
Obergrenze Nenner	16384
Default	**1**

Formel für Getriebeberechnung:

$$\text{Messlänge in Schritten} = \text{Anzahl Schritte pro Umdrehung} * \frac{\text{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\text{Anzahl Umdrehungen Nenner}}$$



Sollten bei der Eingabe der Parametrierdaten die zulässigen Bereiche von Zähler und Nenner nicht eingehalten werden können, muss versucht werden diese entsprechend zu kürzen. Ist dies nicht möglich, kann die entsprechende Kommanzahl möglicherweise nur annähernd dargestellt werden. Die sich ergebende kleine Ungenauigkeit wird bei echten Rundachsenanwendungen (Endlos-Anwendungen in eine Richtung fahrend) mit der Zeit aufaddiert.
Zur Abhilfe kann z.B. nach jedem Umlauf eine Justage durchgeführt werden, oder man passt die Mechanik bzw. Übersetzung entsprechend an.

*Der Parameter **"Anzahl Schritte pro Umdrehung"** darf ebenfalls eine Kommazahl sein, jedoch nicht die **"Messlänge in Schritten"**. Das Ergebnis aus obiger Formel muss auf bzw. abgerundet werden. Der dabei entstehende Fehler verteilt sich auf die programmierte gesamte Umdrehungsanzahl und ist somit vernachlässigbar.*

Vorgehensweise bei Linearachsen (Vor- und Zurück-Verfahrbewegungen):

*Der Parameter **"Umdrehungen Nenner"** kann bei Linearachsen fest auf "1" programmiert werden. Der Parameter **"Umdrehungen Zähler"** wird etwas größer als die benötigte Umdrehungsanzahl programmiert. Somit ist sichergestellt, dass das Mess-System bei einer geringfügigen Überschreitung des Verfahrweges keinen Istwertsprung (Nullübergang) erzeugt. Der Einfachheit halber kann auch der volle Umdrehungsbereich des Mess-Systems programmiert werden.*

Das folgende Beispiel soll die Vorgehensweise näher erläutern:

Gegeben:

- *Mess-System mit 4096 Schritte/Umdr. und max. 4096 Umdrehungen*
- *Auflösung 1/100 mm*

- *Sicherstellen, dass das Mess-System in seiner vollen Auflösung und Messlänge (4096x4096) programmiert ist:*
  Messlänge in Schritten = 16777216,
  Umdrehungen Zähler = 4096
  Umdrehungen Nenner = 1
  Zu erfassende Mechanik auf Linksanschlag bringen
- *Mess-System mittels Justage auf „0" setzen*
- *Zu erfassende Mechanik in Endlage bringen*
- *Den mechanisch zurückgelegten Weg in mm vermessen*
- *Istposition des Mess-Systems an der angeschlossenen Steuerung ablesen*

Annahme:

- *zurückgelegter Weg = 2000 mm*
- *Mess-Sysem-Istposition nach 2000 mm = 607682 Schritte*

Daraus folgt:

Anzahl zurückgelegter Umdrehungen = 607682 Schritte / 4096 Schritte/Umdr.
*= **148,3598633 Umdrehungen***

*Anzahl mm / Umdrehung = 2000 mm / 148,3598633 Umdr. = **13,48073499mm / Umdr.***

*Bei 1/100mm Auflösung entspricht dies einer **Schrittzahl / Umdrehung** von **1348,073499***

erforderliche Programmierungen:

*Anzahl Umdrehungen Zähler = **4096***
*Anzahl Umdrehungen Nenner = **1***

$$\text{Messlänge in Schritten} = \text{Anzahl Schritte pro Umdrehung} * \frac{\text{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\text{Anzahl Umdrehungen Nenner}}$$

$$= 1348{,}073499 \text{ Schritte / Umdr.} * \frac{4096 \text{ Umdrehungen Zähler}}{1 \text{ Umdrehung Nenner}}$$

= **5521709 Schritte** *(abgerundet)*



8.2 Objekt 2003h: Presetwert

Das Objekt definiert den Positionswert für die Presetfunktion und wird verwendet, um den Mess-System-Wert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten — 1 zu setzen. Die Presetfunktion wird über Objekt 2004h: Set_Preset ausgeführt, siehe Seite 81.

Index	0x2003	Objekttyp	Array
Name	Preset_Value		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x2
Wertebereich	0…0x02

Sub-Index	**001**
Beschreibung	Low_Word
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0
Obergrenze	CEx-65: 33 554 432 Schritte (25 Bit) COx-65: 0 Schritte (Low-Anteil)
Standardwert	0

Sub-Index	**002**
Beschreibung	High_Word
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0
Obergrenze	CEx-65: 0 Schritte COx-65: 16 Schritte (High-Anteil)
Standardwert	0

	Preset Low_Word				**Preset High_Word**			
	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
CEx-65	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}	-	-	-	-
COx-65	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}	2^{39} bis 2^{32}	2^{47} bis 2^{40}	2^{55} bis 2^{48}	2^{63} bis 2^{56}

8.3 Objekt 2004h: Set_Preset



WARNUNG !

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden durch einen Istwertsprung bei Ausführung der Preset-Justage-Funktion!

- Die Preset-Justage-Funktion sollte nur im Mess-System-Stillstand ausgeführt werden, bzw. muss der resultierende Istwertsprung programmtechnisch und anwendungstechnisch erlaubt sein!

Die Presetfunktion wird verwendet, um den Mess-System-Wert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten — 1 zu setzen.
Der Positionswert wird auf den Parameter *Presetwert* gesetzt, wenn die positive Flanke des Bits 2^0 erkannt wird.
Die Presetwert wird im Objekt 2003h: Presetwert definiert, siehe Seite 80.

Index	**0x2004**
Beschreibung	Set_Preset
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Wert	-

8.4 Objekt 2005h: Betriebsparameter

Das Objekt mit Index 2005h unterstützt nur die Funktion für die Zählrichtung.
Die Zählrichtung definiert, ob steigende oder fallende Positionswerte ausgegeben werden, wenn die Mess-System-Welle im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn gedreht wird (Blickrichtung auf die Welle).

Index	0x2005	Objekttyp	VAR
Name	Operating_Parameters		
Datentyp	UNSIGNED8	Kategorie	Optional
Wertebereich	Bit 0 = 0: Position im Uhrzeigersinn steigend Bit 0 = 1: Position im Uhrzeigersinn fallend	Zugriff	rw
Standardwert	0	PDO Mapping	nein

8.5 Objekt 2006h: Parameter übernehmen

Mit Schreibzugriff auf dieses Objekt speichert das Mess-System die Parameter in den nichtflüchtigen Speicher (EEPROM).

Index	0x2006	Objekttyp	VAR
Name	Accept_Parameters		
Datentyp	UNSIGNED8	Kategorie	Optional
Wertebereich	nicht relevant	Zugriff	rw
Standardwert	0	PDO Mapping	nein



8.6 Objekt 2007h: Positionswert

Über dieses Objekt ist es möglich, den Inhalt des Mapping-Objekts „Objekt 3100h: Mapping“, auch im azyklischen Datenaustausch über eine SDO-Anforderung zu lesen.

Index	0x2007	Objekttyp	Array
Name	Position_Value		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Optional

Sub-Index	000
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x2
Wertebereich	0…0x02

Sub-Index	001
Beschreibung	Low_Word
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	–
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	002
Beschreibung	High_Word
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	–
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

	Position Low_Word				Position High_Word			
	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
CEx-65	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}	-	-	-	-
COx-65	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}	2^{39} bis 2^{32}	2^{47} bis 2^{40}	2^{55} bis 2^{48}	2^{63} bis 2^{56}

8.7 Objekt 3100h: Mapping

Das Objekt definiert den ausgegebenen Positionswert für das Mapping-Parameter-Objekt 1A00 (Sende-PDO).

Index	0x3100	Objekttyp	Array
Name	Mapping		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Optional

Sub-Index	**000**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	CONST
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x2
Wertebereich	0…0x02

Sub-Index	**001**
Beschreibung	Position_Low
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**002**
Beschreibung	Position_High
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Standardwert	0
Wertebereich	0…0xFF FF FF FF

	Position_Low				**Position_High**			
	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
CEx-65	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}	-	-	-	-
COx-65	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}	2^{39} bis 2^{32}	2^{47} bis 2^{40}	2^{55} bis 2^{48}	2^{63} bis 2^{56}



9 Fehlerbehandlung

9.1 Mögliche Fehlerquellen und Fehlersymptome

- **Physical-Layer Fehlerquellen**
  - *Loss of link*, keine Verbindung
  - *Incorrect physical operating mode*, falscher Betrieb (10 MBit/s, Vollduplex)
  - *CRC Error*, Prüfsummenfehler
  - *Rx buffer overflow*, Überlauf des Empfangspuffers
  - *Tx buffer underrun*, Sendepuffer leer

- **EPL Datalink-Layer Fehlersymptome**
  - *Loss of SoC-Frame*, Verlust eines SoC-Frames
  - *Loss of SoA-Frame*, Verlust eines SoA-Frames
  - *Loss of PReq-Frame*, Verlust eines PReq-Frames
  - *Loss of PRes-Frame*, Verlust eines PRes -Frames
  - *Collisions*, Bus-Kollisionen
  - *Cycle Time exceeded*, Zykluszeit überschritten
  - *Timing Violation*, Timingfehler; zu spät geantwortet

Die Fehlererkennung hängt stark von der Implementierung der Gerätehardware und Software ab. Welche Fehler vom Gerät erkannt werden, wird durch den entsprechenden Eintrag in der Gerätebeschreibungs-Datei angezeigt.

Allgemeine CN Fehlerabwicklung

Fehler-Symptom	Vom Gerät unterstützt	Cumulative Counter	Threshold Counter	Direkte Reaktion	Datalink-Layer-lokale Verarbeitung	Error Codes	NMT-lokale Verarbeitung
Loss of link	nein	o		o	Diese sind als Fehlerquellen zu betrachten	0x8165	Eintrag im Objekt 0x1003
Incorrect Physical operating mode	nein			o		0x8161	Eintrag im Objekt 0x1003
Tx/Rx Buffer underrun / overflow	**ja**			**o**		**0x8166**	[1] NMT_GT6, interner Kommunikationsfehler
CRC Error	**ja**	**m**	**o**			**0x8164**	[2] NMT_CT11, Fehlerzustand
Collision	**ja**	**o**	**o**			**0x8163**	[1] NMT_GT6, interner Kommunikationsfehler
Invalid Format	nein			m		0x8241	[1] NMT_GT6, interner Kommunikationsfehler Eintrag im Objekt 0x1003
SoC Jitter out of range	nein	o	o	o		0x8235	[2] NMT_CT11, Fehlerzustand Eintrag im Objekt 0x1003
Loss of PReq	nein	o	o			0x8242	[2] NMT_CT11, Fehlerzustand Eintrag im Objekt 0x1003
Loss of SoA	nein	o	o			0x8244	[2] NMT_CT11, Fehlerzustand Eintrag im Objekt 0x1003
Loss of SoC	**ja**	**m**	**m**		CN sendet (PRes) die letzten oder aktuellen Werte. Ungültige Daten werden auf keinen Fall gesendet.	**0x8245**	[2] NMT_CT11, Fehlerzustand

Tabelle 13: CN Fehlerabwicklungs-Tabelle

M = Mandatory (vorgeschrieben)
o = optional

[1] *NMT_GT6*, internal communication error --> *NMT_GS_RESET_APPLICATION*, siehe NMT State Machine Seite 25

[2] *NMT_CT11*, Error Condition --> *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1*, siehe NMT CN State Machine Seite 27



9.2 Fehlererfassung

9.2.1 Threshold Counter

Immer wenn ein Fehlersymptom auftritt, wird der Grenzwertzähler (Threshold Counter) um 8 inkrementiert. Nach jedem Zyklus, in dem der Fehler nicht wieder vorkommt, wird der Zähler um 1 dekrementiert.

Wenn der Grenzwert (Threshold) erreicht wird, (Threshold Counter ≥ Threshold) wird eine Aktion ausgelöst und der Grenzwertzähler auf 0 gesetzt.

Der Grenzwert, für die Auslösung der Fehlermeldung, wird im jeweiligen Objekt festgelegt, z.B. *Objekt 1C0Bh: DLL_CNLossSoC_REC*, Sub-Index 3: *Threshold_U32*.

Eine unmittelbare Fehlerauslösung wird erreicht, wenn der Grenzwert auf 1 gesetzt wird.

Der Grenzwertzähler und Fehlerauslösung können deaktiviert werden, wenn der Grenzwert auf 0 gesetzt wird.

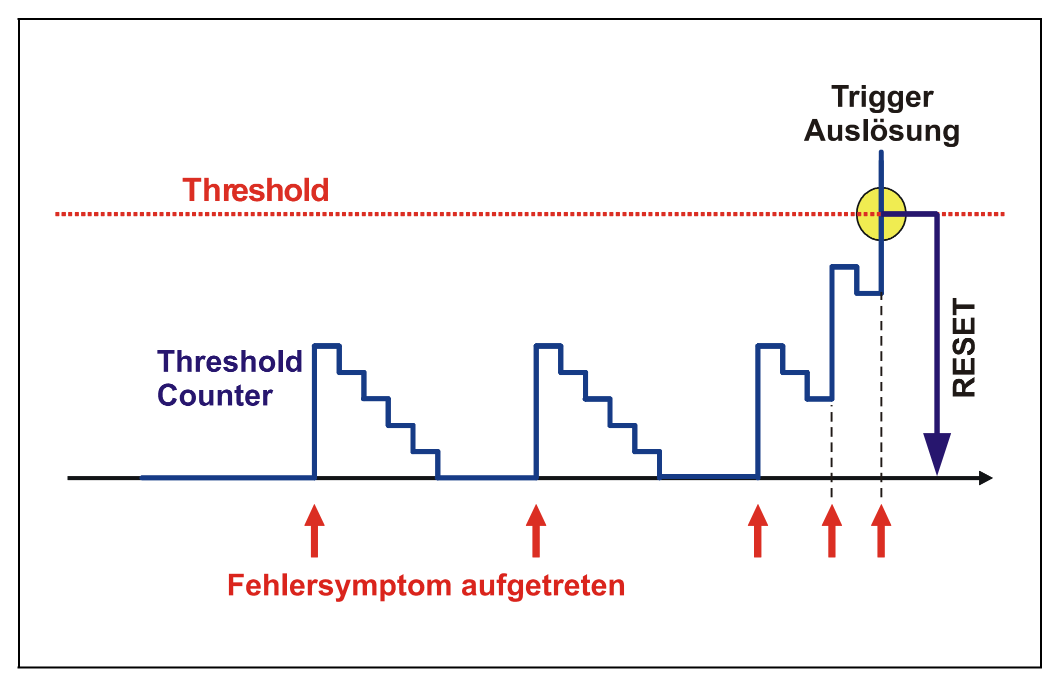


Abbildung 17: Threshold Counter, ThresholdCnt_U32

9.2.2 Cumulative Counter

Immer wenn ein Fehlersymptom auftritt, wird der Cumulative Counter (Summenzähler) um 1 inkrementiert. Da der Summenzähler beim Systemstart oder durch Reset-Kommandos nicht gelöscht wird, kann auch ein Überlauf erfolgen.

9.3 Unterstützte Fehlermeldungen

9.3.1 Übertragungs- / CRC-Fehler

- **Fehlerquelle**
  Übertragungsfehler werden durch die Hardware (CRC-Check) im Ethernet-Controller erkannt. Empfangene Frames die CRC-Fehler enthalten, werden einfach verworfen.

- **Fehlererkennung**
  Jedes Mal wenn ein Frame verloren ging, überprüft der Knoten ob ein CRC-Fehler aufgetreten ist. Es werden auch CRC-Fehler von unerwarteten Frames erkannt.

- **Fehlerabwicklung**
  Wenn ein CRC-Fehler erkannt wurde, wird dieser als Error Code im StatusResponse-Frame eingetragen und an den MN übermittelt. Die Fehlerauslösung wird über den Threshold Counter Mechanismus im Objekt 1C0Fh: DLL_CNCRCError_REC auf Seite 61 vorgenommen. Wenn der Grenzwertzähler den Grenzwert erreicht, wird die Fehlerquelle von der CN NMT-Zustandsmaschine als „Fehlerzustand“ (NMT_CT11) behandelt und das Mess-System in den Zustand *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* überführt.

- **Fehlermeldung**
  Über den internen Fehlerfunktionsmechanismus wird der Fehler in das so genannte „Static Error Bit Field“ eingetragen und stellt ein Fragment des StatusResponse-Frames dar.

Format:

Byte Offset	Beschreibung
1	Inhalt aus Objekt 1001h: ERR_ErrorRegister_U8, 0x01
2	reserved
3-8	Error Code = 0x8164

Tabelle 14: Static Error Bit Field, Fragment des StatusResponse-Frames



9.3.2 Loss of SoC

- **Fehlererkennung**

  Der Verlust eines SoC-Frames wird durch die Datalink-Layer CN Cycle State Machine erkannt und als Fehlerereignis gemeldet.

- **Fehlerabwicklung**

  Wenn ein Loss of SoC-Fehler erkannt wurde, wird dieser als Error Code im StatusResponse-Frame eingetragen und an den MN übermittelt. Die Fehlerauslösung wird über den Threshold Counter Mechanismus im Objekt 1C0Bh: DLL_CNLossSoC_REC auf Seite 59 vorgenommen. Wenn der Grenzwertzähler den Grenzwert erreicht, wird die Fehlerquelle von der CN NMT-Zustandsmaschine als „Fehlerzustand“ (NMT_CT11) behandelt und das Mess-System in den Zustand *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* überführt.

- **Fehlermeldung**

  Über den internen Fehlerfunktionsmechanismus wird der Fehler in das so genannte „Static Error Bit Field“ eingetragen und stellt ein Fragment des StatusResponse-Frames dar.

Format:

Byte Offset	Beschreibung
1	Inhalt aus Objekt 1001h: ERR_ErrorRegister_U8, 0x01
2	reserved
3-8	Error Code = 0x8245

Tabelle 15: Static Error Bit Field, Fragment des StatusResponse-Frames

9.3.3 Rx MAC Buffer Overflow / Tx MAC Buffer Underrun

- **Fehlerquelle**
  Wenn der Empfangs-MAC-Puffer des CN's überläuft, können für eine bestimmte Zeit keine Frames empfangen werden. Der Sende-MAC-Puffer Unterschreitungsfehler tritt auf, wenn der Puffer während der Übertragung keine Daten mehr enthält.

- **Fehlererkennung**
  Wann immer ein Verlust eines Frames oder ein Timingfehler festgestellt wird, überprüft der CN den Physical-Layer nach Buffer Overflow/Underrun Fehlern im Ethernet MAC Controller.

- **Fehlerabwicklung**
  Wenn ein Rx MAC Buffer Overflow / Tx MAC Buffer Underrun-Fehler erkannt wurde, wird dieser als Error Code im StatusResponse-Frame eingetragen und an den MN übermittelt. Die Fehlerauslösung geschieht unmittelbar nach der Erkennung des Fehlers und wird von der CN NMT-Zustandsmaschine als „Internal Communication Error" (NMT_GT6) behandelt und das Mess-System in den Zustand *NMT_GS_RESET_APPLICATION* überführt.

- **Fehlermeldung**
  Über den internen Fehlerfunktionsmechanismus wird der Fehler in das so genannte „Static Error Bit Field" eingetragen und stellt ein Fragment des StatusResponse-Frames dar.

Format:

Byte Offset	Beschreibung
1	Inhalt aus Objekt 1001h: ERR_ErrorRegister_U8, 0x01
2	reserved
3-8	Error Code = 0x8166

Tabelle 16: Static Error Bit Field, Fragment des StatusResponse-Frames



9.3.4 Kollisionen

- **Fehlerquelle**

  Die Anzahl der Hubs im EPL Netzwerk kann die in IEEE 802.3 definierten Anforderungen für Verzögerungsschwankungen nicht erfüllen. Grund hierfür sind der Einsatz von Standard Ethernet-Controllern nach IEEE 802.3, welche Kollisionen nur in bestimmten Fällen erkennen können.
  Ethernet POWERLINK hängt nicht von der Feststellung von Kollisionen ab.
  Im *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1*, *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2*, *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* und im Zustand *NMT_CS_OPERATIONAL* sollten aufgrund des EPL Zyklusaufbaus keine Kollisionen auftreten. Wenn ein Knoten diese Anforderungen nicht erfüllt, dann können der Determinismus und die präzise Synchronisierung nicht mehr garantiert werden. Trotzdem können bei falscher Konfiguration und einem defekten Knoten Kollisionen auftreten.

- **Fehlererkennung**

  Wenn der Ethernet Controller eine Kollision im EPL Netzwerk feststellt, wird der Standard Ethernetablauf für Kollisionen gestartet.

- **Fehlerabwicklung**

  Wenn ein Kollisions-Fehler erkannt wurde, wird dieser als Error Code im StatusResponse-Frame eingetragen und an den MN übermittelt. Die Fehlerauslösung wird über den Threshold Counter Mechanismus im Objekt 1C0Ah: DLL_CNCollision_REC auf Seite 58 vorgenommen. Wenn der Grenzwertzähler den Grenzwert erreicht, wird die Fehlerquelle von der CN NMT-Zustandsmaschine als „Internal Communication Error“ (NMT_GT6) behandelt und das Mess-System in den Zustand *NMT_GS_RESET_APPLICATION* überführt.

- **Fehlermeldung**

  Über den internen Fehlerfunktionsmechanismus wird der Fehler in das so genannte „Static Error Bit Field“ eingetragen und stellt ein Fragment des StatusResponse-Frames dar.

Format:

Byte Offset	Beschreibung
1	Inhalt aus Objekt 1001h: ERR_ErrorRegister_U8, 0x01
2	reserved
3-8	Error Code = 0x8163

Tabelle 17: Static Error Bit Field, Fragment des StatusResponse-Frames

10 Fehlerursachen und Abhilfen

10.1 Optische Anzeigen

Die Funktion der LEDs wird über die NMT State Machine und deren Zustandsübergänge gesteuert, siehe Abbildung 10 auf Seite 25 und Abbildung 11 auf Seite 27. Die Zuordnung der LEDs kann aus dem Kapitel „Bus-Statusanzeige“, Seite 39 entnommen werden.

Error LED	Ursache	Abhilfe
aus	Alles OK, Knoten befindet sich im Zustand *NMT_CS_OPERATIONAL* (NMT_CT7)	Normaler Betriebszustand
	Wenn der Knoten nach Eintritt in den Zustand *NMT_CS_NOT_ACTIVE* kein SoC, PReq, PRes oder SoA Frame innerhalb des definierten Timeouts erhält, wechselt der Knoten in den Zustand *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* über (NMT_CT3).	Die Zeit für den Timeout wird im Objekt 1F99h: NMT_CNBasicEthernetTimeout_U32, Seite 72 definiert. Standardwert = 5 s. Die dort angegebenen Hinweise sind zu beachten.
	Es wurde ein Hardware- bzw. ein lokaler Software-RESET ausgeführt. Der Knoten wird neu initialisiert und wechselt in den Zustand *NMT_GS_INITIALISING* über (NMT_GT2).	Der Knoten muss gemäß der Zustandsmaschine wieder neu in Betrieb genommen werden.
an	Der Knoten wurde durch einen internen Fehler in den Zustand „Error Condition“ (NMT_CT11) versetzt. Ursachen hierfür können CRC-Fehler oder der Verlust eines Frames sein.	- Um den Fehler zu lokalisieren, ist der zurückgemeldete Error Code im StatusResponse Frame auszuwerten, siehe Error Codes auf Seite 93. Eventuell muss in den dazugehörigen Objekten der Grenzwert (Threshold) angepasst werden.
	Der Knoten wurde durch einen internen Fehler in den Zustand „Internal Communication Error“ (NMT_GT6) versetzt. Ursachen hierfür können Tx/Rx Buffer underrun/overflow-Fehler oder Kollisions-Fehler sein.	- Um den Fehler zu lokalisieren, ist der zurückgemeldete Error Code im StatusResponse Frame auszuwerten, siehe Error Codes auf Seite 93. Eventuell muss in den dazugehörigen Objekten der Grenzwert (Threshold) angepasst werden.

Link LED	Ursache	Abhilfe
aus	Spannungsversorgung fehlt oder wurde unterschritten	- Spannungsversorgung, Verdrahtung prüfen - Liegt die Spannungsversorgung im zulässigen Bereich?
	Keine Busverbindung	Buskabel überprüfen
	Hardwarefehler, Mess-System defekt	Mess-System tauschen
blinkend	Mess-System betriebsbereit, Verbindung zum Master hergestellt, es werden momentan Daten übermittelt.	-
an	Mess-System betriebsbereit, Verbindung zum Master hergestellt, es werden momentan keine Daten übermittelt.	-



10.2 SDO Abort Codes

Abort SDO Transfer Protokoll siehe Seite 24

Code	Beschreibung
0x05 03 00 00	reserved
0x05 04 00 00	SDO Protokoll Timeout
0x05 04 00 01	Client/Server Kommando-ID nicht gültig oder unbekannt
0x05 04 00 02	Ungültige Blockgröße
0x05 04 00 03	Ungültige Sequenznummer
0x05 04 00 05	Speicher zu klein
0x06 01 00 00	Nicht unterstützter Objekt-Zugriff
0x06 01 00 01	Lesezugriff auf ein Objekt, dass nur geschrieben werden kann
0x06 01 00 02	Schreibzugriff auf ein Objekt, dass nur gelesen werden kann
0x06 02 00 00	Objekt nicht vorhanden im Objektverzeichnis
0x06 04 00 41	Das Objekt kann nicht im PDO gemappt werden
0x06 04 00 42	Die Anzahl und Länge der gemappten Objekte überschreiten die PDO-Länge
0x06 04 00 43	Generelle Parameter-Inkompatibilität
0x06 04 00 44	Ungültige Heartbeat Deklaration
0x06 04 00 47	Generelle Inkompatibilität im Gerät
0x06 06 00 00	Zugriff-Fehler aufgrund eines Hardwarefehlers
0x06 07 00 10	Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter stimmt nicht
0x06 07 00 12	Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter zu groß
0x06 07 00 13	Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter zu klein
0x06 09 00 11	Sub-Index existiert nicht
0x06 09 00 30	Parameter-Wertebereich überschritten, nur bei Schreibzugriff
0x06 09 00 31	Geschriebene Parameterwert zu groß
0x06 09 00 32	Geschriebene Parameterwert zu klein
0x06 09 00 36	Maximalwert ist kleiner als Minimalwert
0x08 00 00 00	Allgemeiner Fehler
0x08 00 00 20	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden in der Applikation
0x08 00 00 21	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden in der Applikation. Grund: lokale Steuerung
0x08 00 00 22	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden in der Applikation, Grund: aktueller Gerätestatus
0x08 00 00 23	Dynamischer Erstellungsfehler des Objektverzeichnisses, oder kein Objektverzeichnis vorhanden
0x08 00 00 24	EDS, DCF oder Concise DCF-Datensatz enthält keine Daten

Tabelle 18: SDO Abort Codes

10.3 Error Codes

Error Codes werden beim Auftreten einer geräteinternen Störung in das „Static Error Bit Field“ eingetragen und als Fragmentteil in den StatusResponse-Frame eingebettet.

	Bit Offset							
Byte Offset	7	6	5	4	3	2	1	0
0	res	res	res	EN	EC	res	res	res
1	res	res	PR			RS		
2	NMT Status							
3-5	reserved							
6-13	**Static Error Bit Field**							
14-…	OPTIONAL: Fehlerliste / Ereignisse (min. 2 * 20 Byte)							

Abbildung 18: StatusResponse-Frame

Byte Offset	Beschreibung
1	Inhalt aus Objekt 1001h: ERR_ErrorRegister_U8
2	reserved
3-8	**Error Code**

Abbildung 19: Static Error Bit Field, Fragment des StatusResponse-Frames

Error Code (hex)	Beschreibung
0x816x	**Hardwarefehler**
0x8163	Kollisionsfehler, siehe - Kapitel „Kollisionen“, Seite 90 - Kapitel „Fehlerbehandlung“, Seite 84 - Kapitel „Objekt 1C0Ah: DLL_CNCollision_REC“, Seite 58
0x8164	CRC-Fehler, siehe - Kapitel „Übertragungs- / CRC-Fehler“, Seite 87 - Kapitel „Fehlerbehandlung“, Seite 84 - Kapitel „Objekt 1C0Fh: DLL_CNCRCError_REC“, Seite 61
0x8166	Tx/Rx Buffer underrun / overflow, siehe - Kapitel „Rx MAC Buffer Overflow / Tx MAC Buffer Underrun“, Seite 89 - Kapitel „Fehlerbehandlung“, Seite 84
0x824x	**Frame-Fehler**
0x8245	Verlust eines Start of Cycle Frames, siehe - Kapitel „Loss of SoC“, Seite 88 - Kapitel „Fehlerbehandlung“, Seite 84 - Kapitel „Objekt 1C0Bh: DLL_CNLossSoC_REC“, Seite 59

Tabelle 19: Error Codes



10.4 Error Register, Objekt 0x1001

Bit	Störung	Ursache	Abhilfe
0	Bit 0 = 1	Es ist ein geräteinterner Fehler aufgetreten. Der Knoten befindet sich entweder im Zustand „Error Condition“ (NMT_CT11) oder im Zustand „Internal Communication Error“ (NMT_GT6).	Um den Fehler zu lokalisieren, ist der zurückgemeldete Error Code im StatusResponse Frame auszuwerten, siehe Error Codes auf Seite 93. Eventuell muss in den dazugehörigen Objekten der Grenzwert (Threshold) angepasst werden.

Tabelle 20: Fehlermeldungen im Error Register 0x1001

10.5 Sonstige Störungen

Störung	Ursache	Abhilfe
Positionssprünge des Mess-Systems	starke Vibrationen	Vibrationen, Schläge und Stöße z.B. an Pressen, werden mit so genannten „Schockmodulen“ gedämpft. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahmen wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.
	elektrische Störungen EMV	Gegen elektrische Störungen helfen eventuell isolierende Flansche und Kupplungen aus Kunststoff, sowie Kabel mit paarweise verdrillten Adern für Daten und Versorgung. Die Schirmung und die Leitungsführung müssen nach den Aufbaurichtlinien für das jeweilige Feldbus-System ausgeführt sein.
	übermäßige axiale und radiale Belastung der Welle oder einen Defekt der Abtastung.	Kupplungen vermeiden mechanische Belastungen der Welle. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahme weiterhin auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.

Tabelle 21: Sonstige Störungen



User Manual

Cxx-65 POWERLINK



TR-Electronic GmbH
D-78647 Trossingen
Eglishalde 6
Tel.: (0049) 07425/228-0
Fax: (0049) 07425/228-33
email: info@tr-electronic.de
http://www.tr-electronic.de

Copyright protection

Subject to modifications

The right to make any changes in the interest of technical progress is reserved.

Document information

Release date / Rev. date:	12/19/2008
Document / Rev. no.:	TR - ECE - BA - DGB - 0071 - 01
File name:	TR-ECE-BA-DGB-0071-01.DOC
Author:	MÜJ

Font styles

Italic or **bold** font styles are used for the title of a document or are used for highlighting.

`Courier` font displays text, which is visible on the display or screen and software menu selections.

" < > " indicates keys on your computer keyboard (such as <RETURN>).

Brand names

Specified products, names and logos serve exclusively for information purposes and may be trademarks of their respective owners, without any special marking to indicate this.

Contents


TRelectronic



Revision index

Revision	Date	Index
First release	08/15/08	00
- Support of SDO communication via EPL ASnd frames - Objects 1C14 and 2007 added, Object 6008 removed - 64 bit parameters separated in 2x 32 bit parameters	12/19/08	01

1 General information

This Manual contains the following topics:

- Safety instructions in addition to the basic safety instructions defined in the Assembly Instructions
- Electrical characteristics
- Installation
- Commissioning
- Configuration / Parameterization
- Error causes and solutions

As the documentation is arranged in a modular structure, the User Manual is supplementary to other documentation, such as product data sheets, dimensional drawings, leaflets and the assembly instructions etc.

The User Manual may be included in the customer's specific delivery package or it may be requested separately.

1.1 Applicability

This User Manual applies exclusively for the following measuring system series with ***POWERLINK V2.0*** interface:

- CEV-65
- CES-65
- COV-65
- COS-65

The products are labelled with affixed nameplates and are components of a system.

The following documentation therefore also applies:

- operator's operating instructions specific to the system,
- this User Manual,
- and the Assembly Instructions **TR-ECE-BA-DGB-0046** provided at delivery



1.2 References

1.	EN 50325-4	Industrial Communication Systems, based on ISO 11898 (CAN) for Controller Device Interfaces. Part 4: CANopen
2.	CiA DS-301	CANopen communication profile based on CAL
3.	CiA DS-406	CANopen profile for encoders
4.	IEC/PAS 62408	Real-time Ethernet Powerlink (EPL); International Electrotechnical Commission
5.	IEC 61158-300	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 300: Data Link Layer service definition
6.	IEC 61158-400	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 400: Data Link Layer protocol specification
7.	IEC 61158-500	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 500: Application Layer service definition
8.	IEC 61158-600	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 600: Application Layer protocol specification
9.	IEC 61784-2	Digital data communications for measurement and control - Additional profiles for ISO/IEC 8802-3 based communication networks in real-time applications
10.	ISO/IEC 8802-3	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications
11.	ISO 15745-4 AMD 2	Industrial automation systems and integration - Open systems application integration framework - Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems; Amendment 2: Profiles for Modbus TCP, EtherCAT and ETHERNET Powerlink
12.	IEEE 1588-2002	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems
13.	RFC768	Defines the User Datagram Protocol (UDP)
14.	RFC791	Defines the Internet Protocol (IP)
15.	RFC1213	Defines the IP Group and Interface Group, among others

1.3 Abbreviations used / Terminology

CEV	Absolute Encoder with optical scanning unit ≤ 15 bit resolution, Solid Shaft
COV	Absolute Encoder with optical scanning unit > 15 bit resolution, Solid Shaft
CES	Absolute Encoder with optical scanning unit ≤ 15 bit resolution, Blind Shaft
COS	Absolute Encoder with optical scanning unit > 15 bit resolution, Blind Shaft
EC	***E***uropean ***C***ommunity
EMC	***E***lectro ***M***agnetic ***C***ompatibility
ESD	***E***lectro ***S***tatic ***D***ischarge
IEC	***I***nternational ***E***lectrotechnical ***C***ommission
ISO	***I***nternational ***S***tandard ***O***rganization
PAS	***P***ublicly ***A***vailable ***S***pecification
VDE	***V***erein ***D***eutscher ***E***lektrotechniker (Association of German Electrotechnicians)



Bus-specific

ASnd	Asynchronous Send (EPL frame type)
Broadcast	Multi-Point-Connection, the message is sent to all subscribers in the network.
CAN	Controller Area Network. Data Layer Protocol for serial communication, described in ISO 11898.
CiA	CAN in Automation. Internationale Anwender- und Herstellervereinigung e.V.: non-profit organization for the Controller Area Network (CAN).
CN	***C***ontrolled ***N***ode: Node in an EPL network without the ability to manage the "Slot Communication Network Management" mechanism (Slave).
CSMA/CD	***C***arrier ***S***ense ***M***ultiple ***A***ccess with ***C***ollision ***D***etection
DNS	***D***omain ***N***ame ***S***ystem, Name resolution into an IP address
EDS	***E***lectronic-***D***ata-***S***heet
EPL	***E***thernet ***P***ower***L***ink
EPSG	***E***THERNET ***P***owerlink ***S***tandardization ***G***roup
Hub	A hub connects different network segments, e.g. in an Ethernet network.
IAONA	***I***ndustrial ***A***utomation ***O***pen ***N***etworking ***A***lliance
MN	***M***anaging ***N***ode: A node capable to manage the "Slot Communication Network Management" mechanism in an EPL network (Master).
Multicast	Multi-Point-Connection, the message is sent to a certain group of subscribers in the network.
NMT	Network Management. One of the service elements in the application layer in the CAN reference model. Executes initialization, configuration and troubleshooting in bus traffic.
PDO	Process Data Object. Object for data exchange between several devices.
PReq	PollRequest (EPL frame type)
PRes	PollResponse (EPL frame type)
RFC	Requests for Comments
RTE	***R***eal-***T***ime ***E***thernet
SCNM	Slot Communication Network Management: Is controlled by the Managing Node (Master).
SDO	Service Data Object. Point to point communication with access to the object data list of a device.
Slot	Time slice
SoA	Start of Asynchronous (EPL frame type)

SoC	Start of Cyclic (EPL frame type)
UDP	***U***ser ***D***atagram ***P***rotocol
Unicast	Point-to-Point-Connection, the message is sent only to one subscriber in the network.
XDD	XML (Device Description File)
XML	**E**x**tensible** **M**arkup **L**anguage



2 Additional Safety Instructions

2.1 Definition of symbols and notes

 ***WARNING !***	means that death, serious injury or major damage to property could occur if the required precautions are not met.

 ***CAUTION !***	means that minor injuries or damage to property can occur if the stated precautions are not met.

	indicates important information or features and application tips for the product used.

2.2 Additional instructions for proper use

The measuring system is designed for operation in **100Base-TX** Fast Ethernet networks with max. 100 Mbit/s, specified in ISO/IEC 8802-3. Communication via POWERLINK V2.0 occurs in accordance with IEC 61158 et seqq. and IEC 61784-2. The device profile corresponds to the ***"CANopen Device Profile for Encoder CiA DS-406"***.

The technical guidelines for configuration of the Fast Ethernet network must be adhered to in order to ensure safe operation.



Proper use also includes:

- observing all instructions in this User Manual,
- compliance with the Assembly Instructions, particularly the chapter ***"Basic Safety Instructions"*** contained therein, must have been read and understood prior to commencement of work

2.3 Organizational measures

- This User Manual must always be kept ready-to-hand at the place of use of the measuring system.
- Prior to commencing work, personnel working with the measurement system must
  - have read and understood the Assembly Instructions, particularly the chapter ***"Basic Safety Instructions"***,
  - and this User Manual, particularly the chapter "Additional Safety Instructions".

  This particularly applies for personnel who are only deployed occasionally, e.g. in the parameterization of the measurement system.



3 Technical Data

3.1 Electrical characteristics

Supply voltage: .... 11…27 V DC, shielded twisted-pair

Power consumption without load: . < 300 mA at 11 V DC, < 110 mA at 27 V DC

*** Total resolution**
CEx-65:.................................... ≤ 25 bit
COx-65: .... ≤ 36 bit

Number of steps / revolution
CEx-65:.................................... ≤ 8.192
COx-65: .... ≤ 262.144

*** Number of revolutions**
Standard: .... ≤ 4.096
Expanded: .... ≤ 256.000

POWERLINK: .... IEC 61784-2, IEC 61158 and the following
Physical Layer: .... POWERLINK 100Base-TX, Fast Ethernet, ISO/IEC 8802-3
Output code: .... Binary
Device profile:........................... CANopen over Ethernet, CiA DS-406
Transmission rate:..................... 100 Mbit/s
Bus cycle time: .... ≥ 400 µs
Transmission: .... CAT-5 cable, shielded (STP), ISO/IEC 11801

Special features:.............................. Programming of the following parameters via the POWERLINK:
- Counting direction
- Number of revolutions
- Total measuring length in steps
- Preset value

EMC
Transient emissions:.................. DIN EN 61000-6-3: 2007
Immunity to disturbance: .... DIN EN 61000-6-2: 2006

* parameterizable via POWERLINK

4 POWERLINK Information

POWERLINK V2.0, also called "CANopen over Ethernet", is a **Real-Time Ethernet-Technology** and is particularly suitable for

- Synchronization of drives
- Robotics
- Axis controls
- Process automation

POWERLINK was developed primarily in 2001 by Bernecker + Rainer Industrie-Elektronik GmbH (B&R) and is available as an open standard. The "***E****THERNET* ***P****owerlink* ***S****tandardization* ***G****roup*" (EPSG) user association was established for the further development of this technology.

POWERLINK is a publicly accessible specification, which was published by the IEC (IEC/Pas 62408) in 2005 and is part of ISO 15745-4. This part was integrated into the new editions of the international field bus standards IEC 61158 (Protocols and Services) and IEC 61784-2 (Communication Profiles).

4.1 POWERLINK functional principle

4.1.1 General

Ethernet POWERLINK (EPL) is a communication profile for Real-Time Ethernet (RTE). It extends Ethernet according to the IEEE 802.3 standard with mechanisms to transfer data with predictable timing and precise synchronization. The communication profile meets timing demands typical for high-performance automation and motion applications. It does not change basic principles of the Fast Ethernet Standard IEEE 802.3 but extends it towards Real-Time Ethernet. Thus it is possible to leverage and continue to use any standard Ethernet silicon, infrastructure component or test and measurement equipment like a network analyzer.

Key features

- Ease-of-Use to be handled by typical automation engineers without in-depth Ethernet network knowledge
- up to 240 networked real-time nodes in one network segment
- deterministic communication guaranteed
  - IAONA Real-Time Class 4, highest performance
  - minimum cycle time of ≤ 200 µs
  - minimum jitter of < 1 µs, for precise synchronization of networked nodes
- direct peer-to-peer communication of all nodes (publish/subscribe)
- "Hot Plugging" functionality
- Seamless integration into other networks via routing
- Standard Compliant
  - IEEE 802.3u Fast Ethernet
  - IP based protocols supported, e.g. UDP
  - Integration with CANopen Profiles EN50325-4 for device interoperability



4.1.2 Slot Communication Network Management

EPL provides following functions:

1. Transmission of time-critical data in precise isochronous cycles. Data exchange is based on the “Producer/Consumer” relationship. Isochronous data communication can be used for the transmission of the position data of the measuring system for example. The Producer (measuring system) corresponds to the sender, which transmits its data only on request to the communication partners, the Consumer (PLC), which processes the data.

2. Synchronization of networked nodes with high accuracy.

3. Transmit less time-critical data asynchronously on request. Data exchange is based on the “Client/Server” principle. Asynchronous data communication can be used to transfer IP-based protocols like UDP for example.

EPL manages the network traffic in a way that there are dedicated time-slots for isochronous and asynchronous data. It takes care that always only one networked device gains access to the network media. Thus transmission of isochronous and asynchronous data will never interfere and precise communication timing is guaranteed. The mechanism is called “Slot Communication Network Management” (SCNM). SCNM is managed by one particular networked device – the “Managing Node” (MN) – which includes Master functionality. All other nodes are called “Controlled Nodes” (CN) and offer Slave functionality. The measuring system corresponds to a Controlled Node.

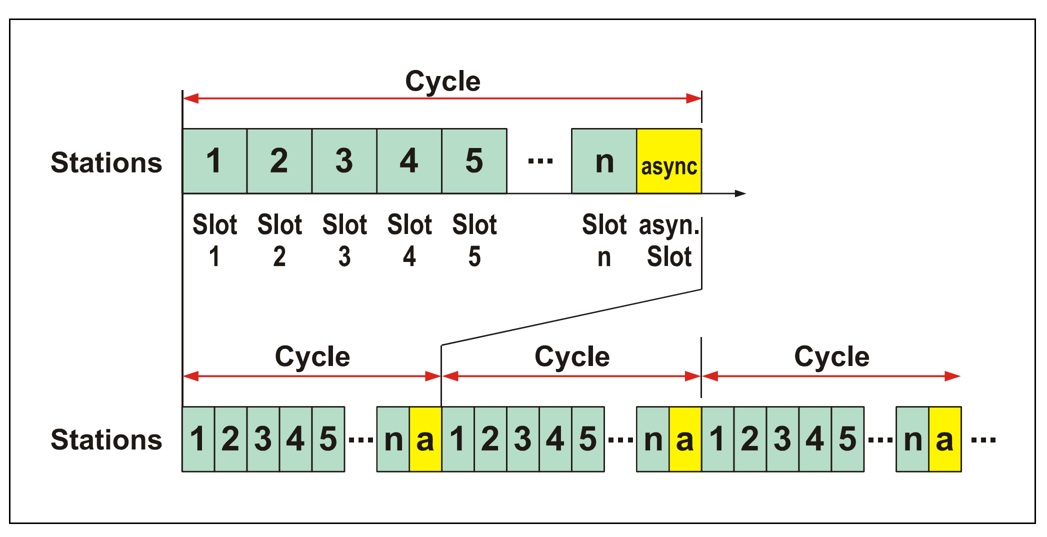


Figure 1: Slot Communication Network Management, SCNM

4.1.3 POWERLINK – Cycle, Time slot principle

POWERLINK is based on standard Ethernet with CSMA/CD technique which is afflicted with collisions, but with the time slot method this problem will be avoided. In a POWERLINK network only one node may send at the same time, thus POWERLINK is also applicable for hard real time requirements.

Network access is managed by a master, the EPL Managing Node (MN). A node can only be granted the right to send data on the network via the MN. Further the MN synchronizes all connected nodes. The remaining nodes, Controlled Nodes (CN), react to its instruction. Figure 2 shows a complete EPL communication cycle.

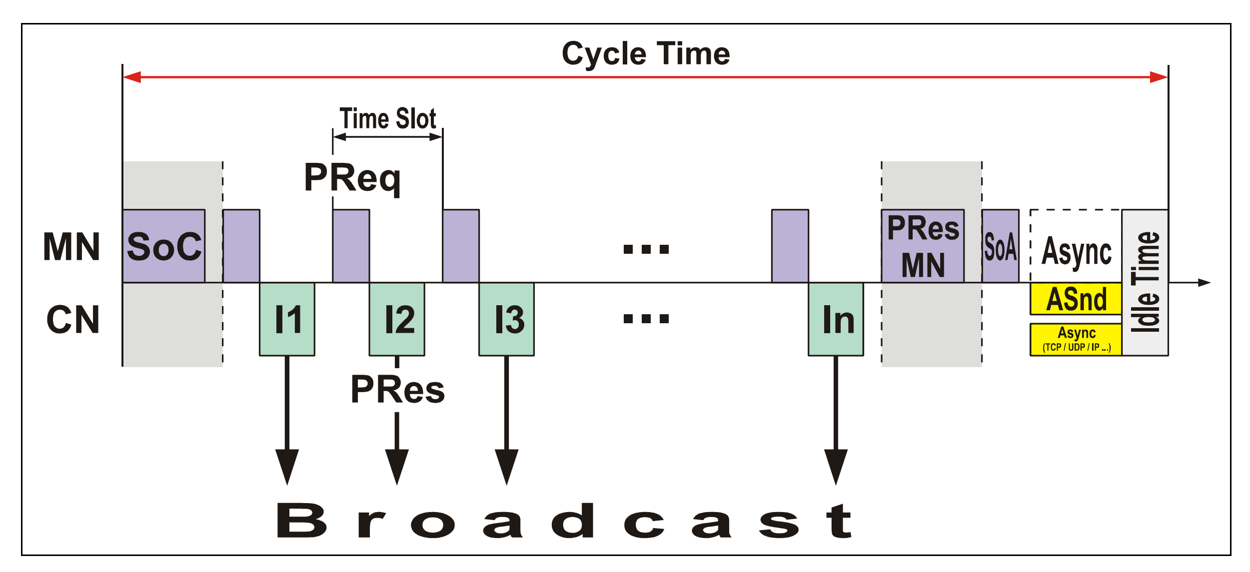


Figure 2: EPL Cycle diagram

Communication is effected with the time slot principle mentioned already above. Each configured CN is accessed cyclically by the MN. At the beginning of an EPL cycle, the MN is sending a “Start of Cycle” frame to all nodes via Ethernet multicast, which is used by the CNs for synchronization purposes. After that the MN sends a “Poll Request” to the first node, which then transmits the received data to the outputs (I1) and records new process data. After a predefined time all configured CNs are accessed by the MN. For this purpose the MN sends further *PReqs* to the nodes. The *PReq* contains output data for the node and serves as transmission request.

If a configured CN receives the *PReq*, he saves the input data and sends a “Poll Response” with the data recorded with the *SoC* as broadcast (I1…In). Thus it is possible for all other CNs, “to monitor” these transmitted data. Cyclical communication is terminated by an “End of Cycle” frame. After that there is an asynchronous period while user-defined communication can be performed and is initiated by a “Start of Asynchronous” frame.

SoC:	Start of Cycle
PRes (MN):	Poll Response Managing Node --> End of Cycle
PReq:	Poll Request
PRes:	Poll Response
SoA:	Start of Asynchronous
ASnd:	Asynchronous Send
MN:	Managing Node
CN:	Controlled Node
Ix:	Isochronous data, Process data



4.1.4 MAC Addressing

An EPL node must support Unicast, Multicast and Broadcast Ethernet MAC addressing in accordance with IEEE802.3.

MAC Unicast
The high-order bit of the MAC address is 0 for ordinary addresses (unicast). The unicast addresses used for EPL are unique within the EPL segment.

MAC Multicast
For group addresses the high-order bit of the MAC address is 1. Group addresses allow multiple nodes to listen to a single address. When a frame is sent to a group address, all the nodes registered for this group address receive it. Sending to a group of nodes is called multicast.

MAC Broadcast
The EPL broadcast address possesses the value 0xFF, messages with this address are sent to all nodes in the network.

Frame	Type	Address	Comment
Start of Cycle, SoC	Multicast	01-11-1E-00-00-01	Start of cyclic data exchange.
PollRequest, PReq	Unicast	xx-xx-xx-xx-xx-xx	Inquiry of the MN to the CN in the EPL cycle. Transmission of isochronous data.
PollResponse, PRes	Multicast	01-11-1E-00-00-02	Response of the CN to PReq. Transmission of isochronous data.
Start of Asynchronous, SoA	Multicast	01-11-1E-00-00-03	Start of acyclic data exchange.
AsynchronousSend, ASnd	Unicast / Multicast / Broadcast	01-11-1E-00-00-04	Response of the inquired CN in acyclic data exchange.
non EPL	Unicast	xx-xx-xx-xx-xx-xx	Standard Ethernet communication in acyclic data exchange.

Table 1: Physical addressing of EPL frames

4.2 Protocol

The POWERLINK protocol, optimized for process data, is transported directly in the Ethernet II frame via a special EtherType. The acyclic communication, the transportation of IP based protocols, such as UDP etc., uses the EtherType **0x0800**. POWERLINK Real-Time-Frames use the EtherType **0x88AB**.
On the basis of the EtherType the POWERLINK specific data are interpreted different.

The structure and meaning of the acyclic parameter communication is predetermined by the device profile ***"CANopen Device Profile for Encoder CiA DS-406"***.

UDP/IP datagram's are also supported. This means that the Managing Node and the Controlled Nodes can be located in different subnets. Thus communication across routers into other subnets is possible.

POWERLINK exclusively uses standard frames in accordance with IEEE802.3. POWERLINK frames can be sent by any Ethernet controller (master). Also standard tools (e.g. monitor) can be used.

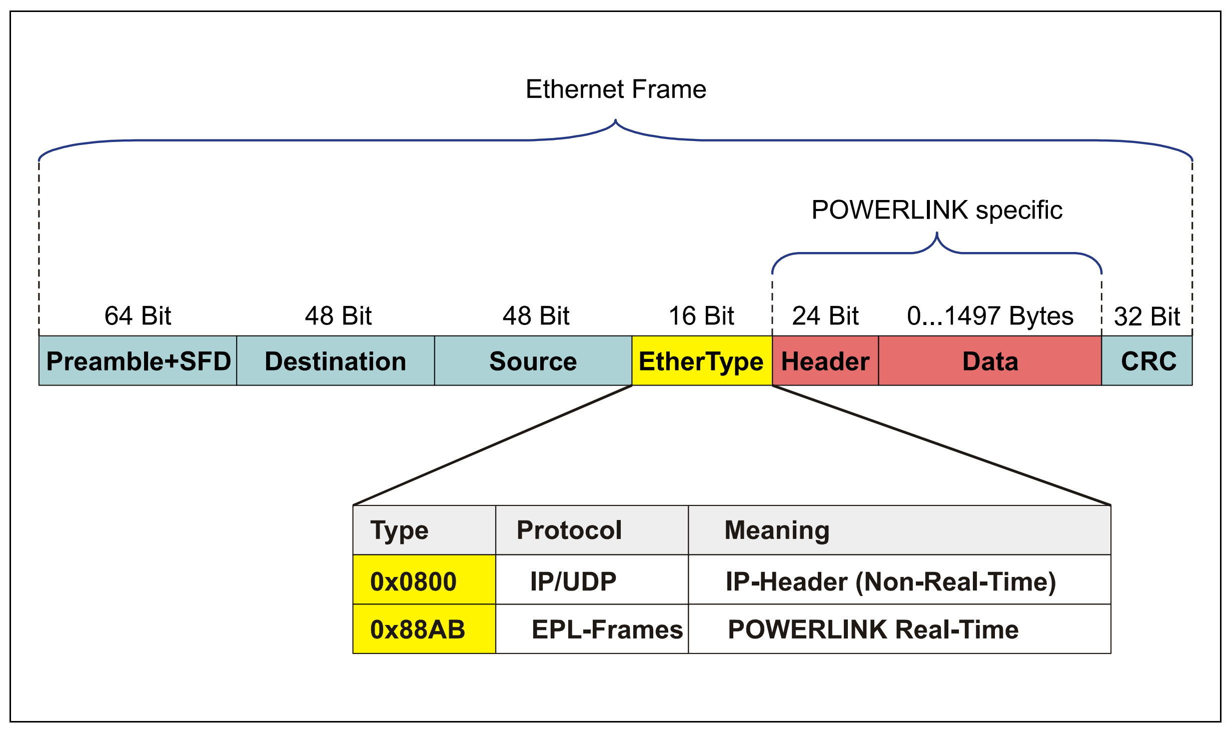


Figure 3: Ethernet frame structure

4.3 Device profile

The device profile describes the application parameters and the functional behavior of the device, including the device class-specific state machine. With POWERLINK the well-known CANopen profile ***„Device Profile for Encoder“***, CiA DS-406 is used.

CANopen is located on the application layer. In case of POWERLINK the “Means of transportation CAN” is exchanged simply against Ethernet:

Device Profiles
Encoders CiA DS-406
Drives CiA DS-402
I/O CiA DS-401
Others ...
CANopen
Application Layer - Object Dictionary
Messaging (SDO and PDO)
CAN based CANopen Transport
POWERLINK Transport
UDP
IP
POWERLINK Driver
CAN Driver
Ethernet Driver
Protocol Stack
CAN Controller
Ethernet Controller
Hardware

Figure 4: Virtual EPL / CANopen software architecture

4.4 Reference model

POWERLINK provide the same communication mechanisms as those known from [2]CANopen:

- Object dictionary
- PDO, Process Data Objects
- SDO, Service Data Objects
- NMT, Network Management

Thus applications will not see a difference between CANopen and POWERLINK, neither in data handling nor in using the Object Dictionary or other services characteristic of CANopen.

By use of POWERLINK the CAN specific network restrictions are cancelled and furthermore the advantages of CANopen are used:

- Easy migration from CAN to POWERLINK or
- Combination of CAN and POWERLINK networks by using gateways

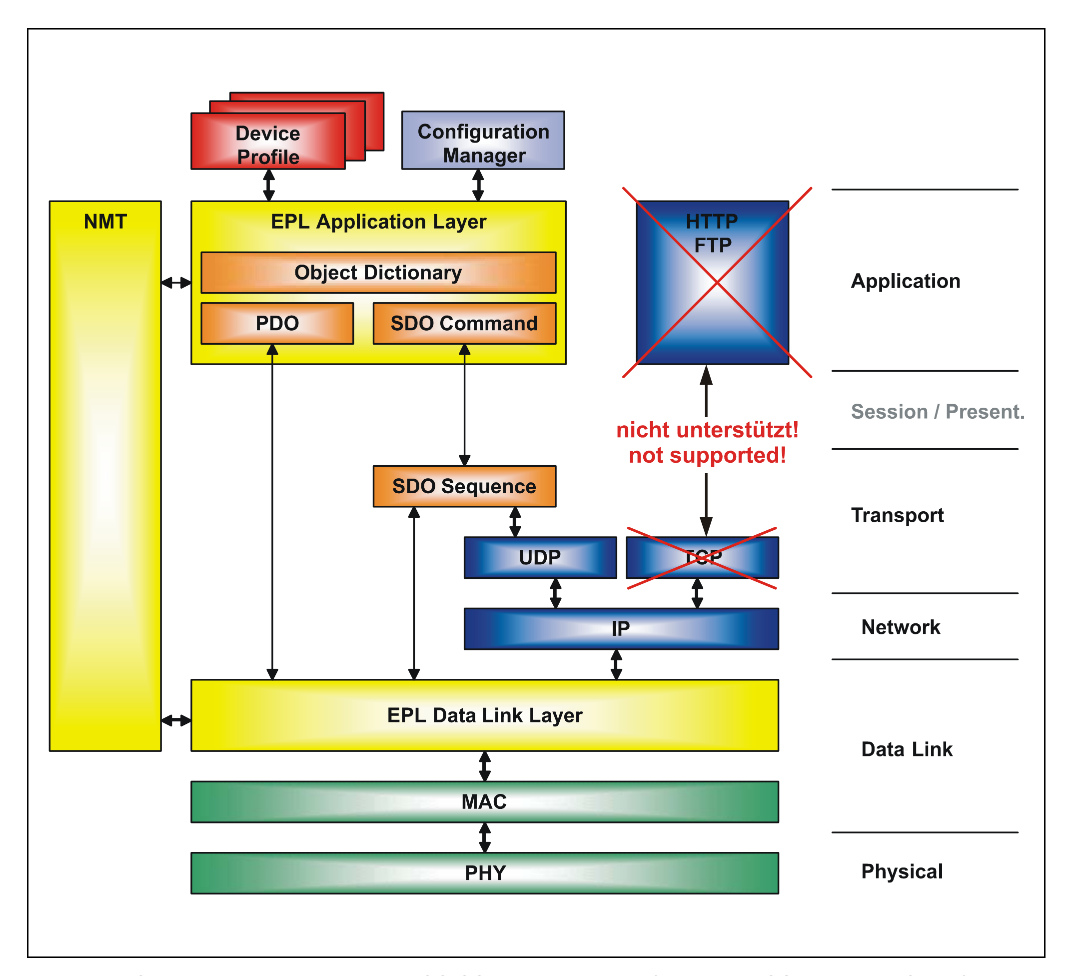


Figure 5: POWERLINK organized in the ISO/OSI layer model [Reference: EPSG Powerlink Specification]

[2] EN 50325-4: Industrial Communication Systems, based on ISO 11898 (CAN) for Controller Device Interfaces. Part 4: CANopen.



4.5 Object dictionary

The object dictionary structures the data of a POWERLINK device in a clear tabular arrangement. It contains all device parameters and all current process data, which are therefore also accessible via the SDO.

Index (hex)	Object
0x0000	not used
0x0001-0x009F	Data type definitions
0x00A0-0x0FFF	reserved
0x1000-0x1FFF	Communication Profile Area (CiA DS-301, DS-302)
0x2000-0x5FFF	Manufacturer Specific Profile Area
0x6000-0x9FFF	Standardized Device Profile Area (CiA DS-406)
0xA000-0xBFFF	Standardized Interface Profile Area
0xC000-0xFFFF	reserved

Figure 6: Structure of the object dictionary

4.6 Process and Service Data Objects

Process Data Object (PDO)

Process Data Objects manage the process data exchange, e.g. the cyclical transmission of the position value.

Service Data Object (SDO)

Service Data Objects manage the parameter data exchange, e.g. the acyclical execution of the preset function.
The SDO provides an efficient communication mechanism for parameter data of any size. A service data channel for parameter communication is formed between the configuration master and the connected devices for this purpose. The device parameters can be written to or read from the device object dictionary with a unique frame handshake.

Important features of SDO and PDO

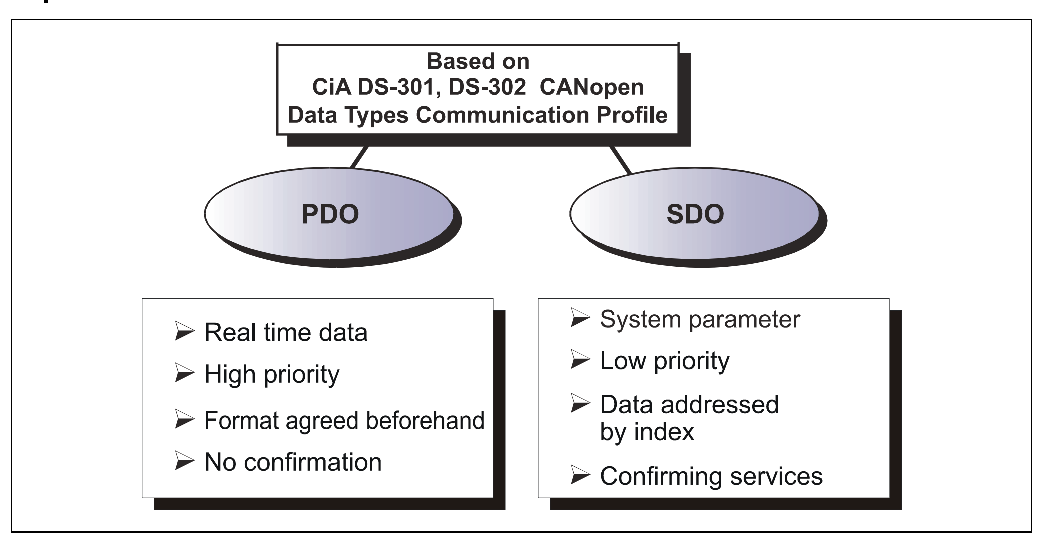


Figure 7: Comparison of PDO/SDO characteristics

4.7 Transmission of SDO messages

The entries of the object dictionary can be read or written with the SDO services. The SDO Transport Protocol allows the transmission of objects of any size.

Services with confirmation (Initiate SDO Upload, Initiate SDO Download, Download SDO Segment, and Upload SDO Segment) and services without confirmation (Abort SDO Transfer) are used for the execution of Segmented/Expedited transmission of Service Data Objects.

The so-called ***SDO Client*** (MN) specifies in its “Request” the parameter, the access type (read/write) and the value if applicable. The so-called ***SDO Server*** (CN or measuring system) executes the write or read access and answers the request with a “Response”. In the case of error, an error code (Abort SDO Transfer) provides information on the cause of the error.

The measuring system supports SDO transmissions over ***UDP/IP and EPL Asnd frames*** in the asynchronous time period.

MAC-Frame-Header (EtherType = 0800h)	IP-Header (Protocol = 0x11)	UDP-Header (Port = 0xXXXX)	EPL Content	CRC

Figure 8: EPL compliant UDP/IP frame structure



Normally the POWERLINK master provides appropriate mechanisms for the SDO transfer. Knowledge of the protocol structure and internal sequences is therefore not required.

Write services, Client --> Server

- **Initiate SDO Download Expedited**
  The *Expedited SDO Download* service is used for the accelerated transmission of data which can be transmitted with one Ethernet frame. The server responds with the result of the download request.

- **Download SDO Segment**
  The *SDO Download Segment* service is used to transfer the additional data that could not be transferred with the *Initiate SDO Download* service. The master starts as many Download SDO Segment services as are required to transfer all data to the server.

Read services, Server --> Client

- **Initiate SDO Upload Expedited**
  The *Expedited SDO Upload* service is used for the accelerated transmission of data which can be transmitted with one Ethernet frame. The server responds with the result of the upload request and the required data, in the event of successful execution.

- **Upload SDO Segment**
  The *SDO Upload Segment* service is used to transfer the additional data that could not be transferred with the *Initiate SDO Upload* service response. The server starts as many Upload SDO Segment services as are required to transfer all data from the server.



4.8 Abort SDO Transfer Protocol

An Abort SDO Transfer request/indication, indicating the unsuccessful completion of the SDO Upload or Download sequence. The Abort service is unconfirmed and may be executed at any time by either the client or the server of a SDO. The protocol contains a 4-byte-error code which provides information on the cause of the error, see Table 18, page 186.

	Bit Offset							
Byte Offset	7	6	5	4	3	2	1	0
0	reserved							
1	Transaction ID							
2	Res-ponse	Abort = 1	Segmentation		reserved			
3	Command ID							
4-5	Segment Size							
6-7	reserved							
8-11	**Abort Code**							

Figure 9: Abort Transfer Frame

4.9 PDO mapping

PDO mapping refers to the mapping of application objects (real-time data, e.g. object 6004h “Position value” from the object dictionary into Process Data Objects, e.g. Object 1A00h (1st Transmit PDO).

The current mapping can be read via corresponding entries in the object dictionary, the so-called mapping tables. The number of mapped objects that are listed subsequently is found at the top of the mapping table (subindex 0). The tables are located in the object dictionary at index 0x1600 ff. for the RxPDOs and 0x1A00ff for the TxPDOs.

In contrast to a CANopen device only one TxPDO channel is possible with a POWERLINK Controlled Node.

4.10 NMT State Machine

The NMT state machine determines the behavior of the communication function unit. Both, Managing Node and Controlled Node start up by common initialization process (Common Initialization NMT State Machine). At the end of this process, the measuring system passes the CN-specific state machine “NMT CN State Machine“ and the Managing Node passes the MN-specific state machine “NMT MN State Machine”. The MN-specific state machine is not part of this description.

Figure 10: Common Initialization NMT State Machine [Reference: EPSG Powerlink Specification]



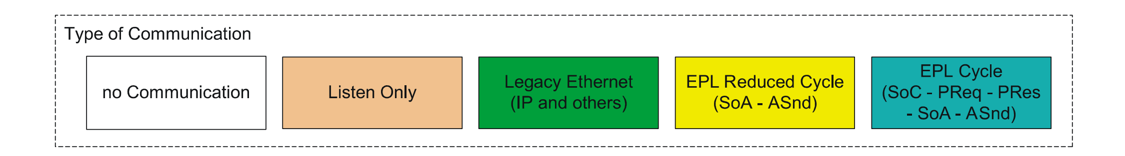
States	Description
NMT_GS_POWERED	**Superordinate state** Valid after *POWER ON*.
NMT_GS_INITIALISATION	**Superordinate state** Is present automatically after system start. Initialization of network functionality.
- NMT_GS_INITIALISING	**Sub-state** Is present automatically after *POWER ON*, *Hardware* or *Software Reset* (NMT_GT2), or the reception of a *NMTSwReset* (NMT_GT8) command. Main initialization of the node.
- NMT_GS_RESET_APPLICATION	**Sub-state** Is present automatically after completion of the previous state, or the reception of a *NMTResetNode* command. Manufacturer-specific- and device parameter are set to their POWER ON values.
- NMT_GS_RESET_COMMUNICATION	**Sub-state** Is present automatically after completion of the previous state, or the recognition of an internal communication error or the reception of a *NMTResetCommunication* command. Communication parameters are set to their POWER ON values.
- NMT_GS_RESET_CONFIGURATION	**Sub-state** Is present automatically after completion of the previous state, or the reception of a *NMTResetConfiguration* command. Generation of the active device configuration.
NMT_GS_COMMUNICATING	**Superordinate state** Is present automatically after completion of the previous state, or the reception of a *NMTSwReset* (NMT_GT8), *NMTResetNode* (NMT_GT4), *NMTResetCommunication* (NMT_GT5) or *NMTResetConfiguration* (NMT_GT7) command, or the recognition of an internal communication error (NMT_GT6). Includes the MN- or CN-specific state machine. According to the type of node a MN enters the MN-specific state machine and a CN enters the CN-specific state machine.

The shown states are device internal states and aren't signalled over the network by an individual NMT-Status command.

4.10.1 NMT CN State Machine

The NMT CN State Machine is controlled by the *Common Initialisation NMT State Machine* and is a sub-state of *NMT_GS_POWERED* and *NMT_GS_COMMUNICATING*.

Figure 11: NMT CN State Machine [Reference: EPSG Powerlink Specification]





4.10.1.1 NMT_CS_NOT_ACTIVE

NMT_CS_NOT_ACTIVE is a non-permanent state, which is present by the CN automatically after POWER ON, if the initialization phase could be executed error free. The CN is passive (listen only), observes the network traffic, does not send any frames and is waiting for MN commands. The node is able to recognize NMTReset commands sent via ASnd.

The transition from NMT_CS_NOT_ACTIVE to NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1 is triggered by a SoA or SoC frame.

The transition from NMT_CS_NOT_ACTIVE to NMT_CS_BASIC_ETHERNET is triggered by timeout for SoC, PReq, PRes and SoA frames.

4.10.1.2 NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1

The CN sends a frame only if the MN has authorized it to do so by a SoA AsyncInvite command, there is no PDO communication.
First the connected CNs are identified. This is performed with an IdentRequest message of the MN and is acknowledged by an IdentResponse message of the CNs. If required the CN shall download its configuration data from a configuration server. Both processes may be completely or partially shifted to NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2, if the MN is not in NMT_MS_PRE_OPERATIONAL_1 respectively leaves NMT_MS_PRE_OPERATIONAL_1 before the CN has completed its configuration.

The transition from NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1 to NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2 is triggered by a SoC frame.

4.10.1.3 NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2

In this state the CN-configuration is completely finished.

The node is queried by the MN via PReq. The received PDO data may be invalid and may differ to the PDO mapping requirements. The PDO data received from the MN via PReq and from other CNs and the MN via PRes are ignored by the CN. The transmitted PRes frames may differ to the PDO mapping requirements. The data are declared invalid by not setting the RD flag. There is no processing of the process data.
The CN responds to AsyncInvite commands via SoA. If not invited by the MN, there is no Ethernet frame transmission in this state.

Precondition for the transition from NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2 to NMT_CS_READY_TO_OPERATE is the reception of an NMTEnableReadyToOperate command. The transition is triggered by the MN if the application is ready for operation.

The transition from NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2 to NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1 is triggered if an error is detected.

The transition from NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2 to NMT_CS_STOPPED is triggered by reception of NMT state command NMTStopNode.

4.10.1.4 NMT_CS_READY_TO_OPERATE

With this state the CN signals its readiness to operation to the MN.

The CN responds via *PRes* when queried via *PReq* by the MN and is included into the cyclic data exchange. However, the process input data, sent via *PRes* frames of the measuring system to the MN, are defined as invalid by the *RD flag*.
The CN responds to *AsyncInvite commands* via *SoA*. If not invited by the MN, there is no Ethernet frame transmission in this state.

The length of the *PRes* frame is equal to configured size of object *NMT_CycleTiming_REC.PResActPayloadLimit_U16*. The transmitted data correspond to the requirements defined by the PDO mapping.

The transition from *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* to *NMT_CS_OPERATIONAL* is triggered by the reception of NMT state command *NMTStartNode*.

The transition from *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* to *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* is triggered if an error is detected.

The transition from *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* to *NMT_CS_STOPPED* is triggered by reception of NMT state command *NMTStopNode*.

4.10.1.5 NMT_CS_OPERATIONAL

This is the normal operating state of the CN. Now, active process data exchange between MN and CN over *PReq* and *PRes* messages is possible.

The CN responds to *AsyncInvite commands* via *SoA*. If not invited by the MN, there is no standard Ethernet frame transmission in this state.

The length of the *PRes* frame is equal to configured size of object *NMT_CycleTiming_REC.PResActPayloadLimit_U16*. The transmitted data correspond to the requirements defined by the PDO mapping.

The transition from *NMT_CS_OPERATIONAL* to *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2* is triggered by the reception of NMT state command *NMTEnterPreOperational2*.

The transition from *NMT_CS_OPERATIONAL* to *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* is triggered if an error is detected.

The transition from *NMT_CS_OPERATIONAL* to *NMT_CS_STOPPED* is triggered by reception of NMT state command *NMTStopNode*.



4.10.1.6 NMT_CS_STOPPED

In this state, the node is largely passive.

NMT_CS_STOPPED is used for controlled shutdown of a selected CN while the system is still running. The node does not participate in cyclic frame exchange, but still observes *SoA* frames and does not respond via *PRes* when queried by the MN via *PReq*.

The CN responds to *AsyncInvite commands* via *SoA*. If not invited by the MN, there is no standard Ethernet frame transmission in this state.

The transition from *NMT_CS_STOPPED* to *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2* is triggered by the reception of NMT state command *NMTEnterPreOperational2*.

The transition from *NMT_CS_STOPPED* to *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* is triggered if an error is detected.

4.10.1.7 NMT_CS_BASIC_ETHERNET

In the *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* state the node can perform only Legacy Ethernet communication according to IEEE 802.3, or transmit *ASnd* frames.

On the reception of a *SoC*, *PReq*, *PRes* or *SoA* frame the CN immediately change over to *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1*.

In Basic Ethernet Mode the network medium is accessed according to CSMA/CD, thus the network communication is collision-prone and non-deterministic. Data between the nodes are preferentially exchanged via UDP/IP. The large extension of the maximum topology of an Ethernet POWERLINK Network conflicts with the topology rules of IEEE 802.3. Due to this fact, CSMA/CD might work poorly in large EPL networks.

EPL nodes shouldn't operate in Basic Ethernet Mode, when the node is part of an automation system. Basic Ethernet Mode is provided for point to point configurations, to be used for node setup and service purpose only.

4.10.1.8 States and Communication object relation

	NMT_GS_INITIALISATION	NMT_CS_NOT_ACTIVE	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2	NMT_CS_READY_TO_OPERATE	NMT_CS_OPERATIONAL	NMT_CS_STOPPED	NMT_CS_BASIC_ETHERNET
EPL controlled network traffic								
SoC	-	-	R/S	R	R	R	-	R/S
PReq	-	-	-	R	R	R	-	R/S
PDO reception	-	-	-	-	(x)[1]	x	-	-
PRes receive	-	-	-	-	R	R	-	R/S
PRes transmit	-	-	-	(T)	T	T	-	-
PDO transmission	-	-	-	-	(x)[2]	x	-	-
SoA	-	R/S	R	R	R	R	R	R/S
IdentRequest	-	-	x	x	x	x	x	-
StatusRequest	-	-	x	x	x	x	x	-
NMTRequestInvite	-	-	x	x	x	x	-	-
UnspecifiedInvite	-	-	x	x	x	x	-	-
Reception of asynchronous frames	-	R	R	R	R	R	R	R
SDO reception	-	-	x	x	x	x	-	-
NMT Command	-	(x)[3]	x[4]	x[4]	x[4]	x[4]	x[4]	(x)[3]
other protocols	-	-	x	x	x	x	-	-
Transmission, assigned by SoA	-	-	T	T	T	T	T	-
SDO transmission	-	-	x	x	x	x	-	-
NMTRequest transmission	-	-	x	x	x	x	-	-
IdentResponse	-	-	x	x	x	x	x	-
StatusResponse	-	-	x	x	x	x	x	-
other protocols	-	-	x	x	x	x	-	-
Network traffic not controlled by EPL								
Legacy Ethernet reception	-	-	-	-	-	-	-	R
UDP/IP reception	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
SDO reception (UDP/IP)	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
EPL-ASnd reception	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
SDO reception (EPL-ASnd)	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
Legacy Ethernet transmission	-	-	-	-	-	-	-	T
UDP/IP, autonomously sent	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
SDO transmission (UDP/IP)	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
EPL-ASnd, autonomously sent	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])
SDO transmission (EPL-ASnd)	-	-	-	-	-	-	-	(x[5])

Table 2: States and communication objects

R	frame accepted
R/S	frame accepted, triggers state transition
T	frame transmitted
(T)	dummy PRes only
x	frame data interpreted respectively transmitted
(x)[1]	frame data interpreted
(x)[2]	data invalidated by resetting the RD flag
(x)[3]	only selected NMT commands accepted, state transition is performed, reception requires previous loss of SoA
x[4]	state transition is performed
(x[5])	depends on protocol support
-	no frame handling



4.11 Further information

Further information on POWERLINK can be obtained on request from the ***ETHERNET Powerlink Standardization Group*** (EPSG) at the following address:

POWERLINK-OFFICE EPSG
Kurfürstenstraße 112
10787 Berlin
Germany
Phone: + 49 (0) 30-85 08 85-29
Fax: + 49 (0) 30-85 08 85-86
Email: info@ethernet-powerlink.org
Internet: http://www.ethernet-powerlink.org

---

5 Installation / Preparation for Commissioning

POWERLINK supports linear, tree or star structures. The bus or linear structure used in the field buses is thus also available for Ethernet. This is particularly practical for system wiring, as a combination of line and stubs is possible.

For transmission according to the 100Base-TX Fast Ethernet standard, patch cables in category STP CAT5 must be used (2 x 2 shielded twisted pair copper wire cables). The cables are designed for bit rates of up to 100 Mbit/s. The transmission speed is automatically detected by the measuring system and does not have to be set by means of a switch.

For the transmission Half Duplex operation is to be used, Auto Detect must be switched off. It is recommended to use Class 2 Hubs to build an EPL network.

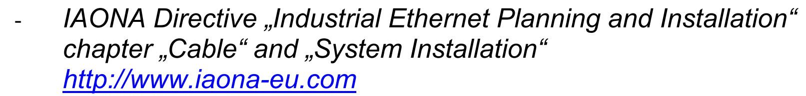
The EPL Node-ID is adjusted by means of two rotary switches.

The cable length between two subscribers may be max. 100 m.



In order to ensure safe, fault-free operation,

- *ISO/IEC 11801, EN 50173 (European standard)*
- *ISO/IEC 8802-3*
- *IAONA Directive „Industrial Ethernet Planning and Installation“ chapter „Cable“ and „System Installation“ http://www.iaona-eu.com*
- *and other pertinent standards and directives must be complied with!*



In particular, the applicable EMC directive and the shielding and grounding directives must be observed!



5.1 Network topology

5.1.1 Hubs

To fit EPL jitter requirements it is recommended to use hubs to build an EPL network. Class 2 Repeaters must be used in this case. In contrast to switches, hubs have the advantage of reduced path delay value (≤ 460 ns) and have small frame jitter of ≤ 70 ns.

The measuring system has integrated an Ethernet Hub, thus a line wiring is possible in a simple manner.

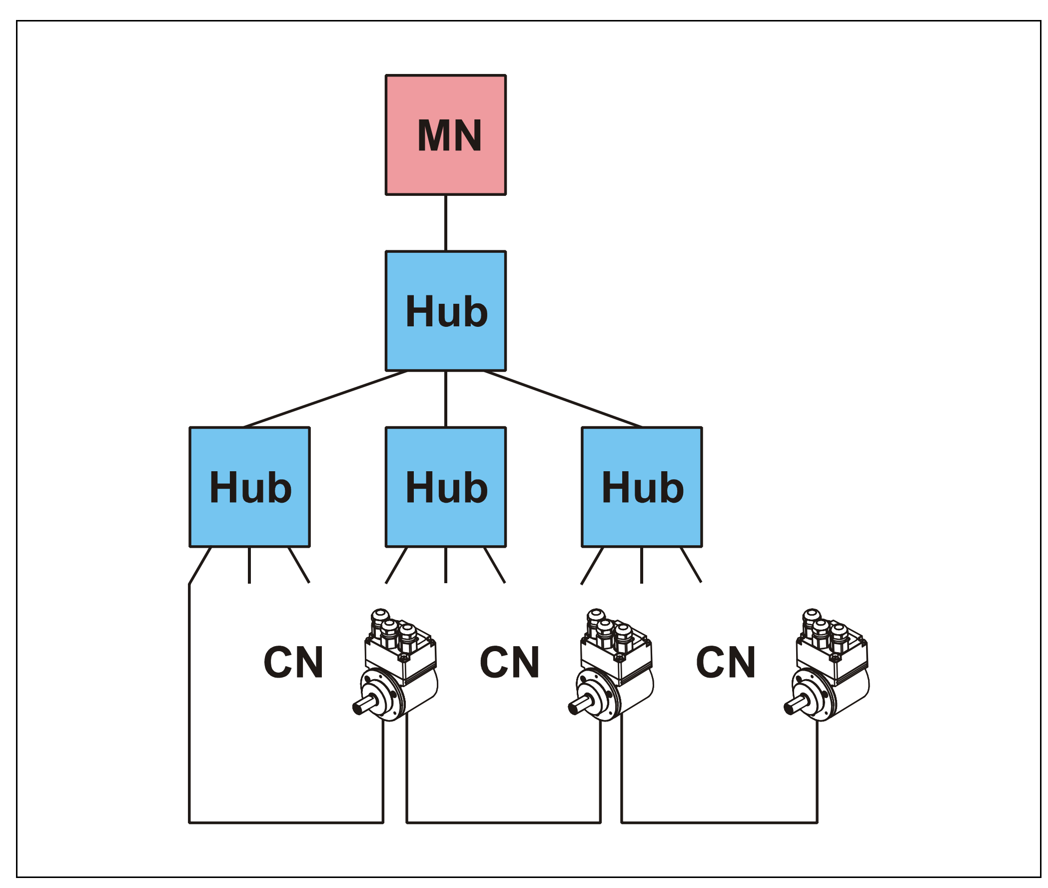
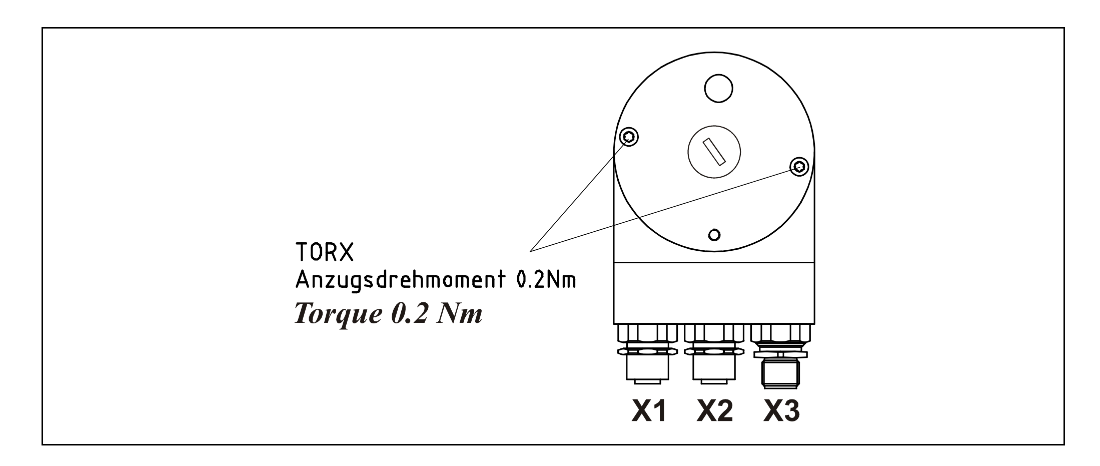


Figure 12: Star- and line-topology in one EPL network

5.1.2 Jitter

Every hub level introduces an additional Jitter of ≤ 70 ns. Only the number of hub levels between MN and most distanced CN is relevant. If the MN is located in the centre of line or a star topology, the number of hub level between the most distanced CN is irrelevant for synchronization jitter.

5.2 Connection



X1 POWERLINK-IN / X2 POWERLINK-OUT		Flange socket M12x1-4 pin D-coded
Pin 1	TxD+, transmitted data +	
Pin 2	RxD+, received data +	
Pin 3	TxD–, transmitted data –	
Pin 4	RxD–, received data –	

X3 Supply		Flange connector M8x1-4 pin
Pin 1	19 – 27 V DC	
Pin 2	[1] TRWinProg+	
Pin 3	GND, 0 V	
Pin 4	[1] TRWinProg–	



Shielded twisted pair cables must be used for the supply!

The shielding is to be connected with large surface on the mating connector housing!

Order data for Ethernet flange socket M12x1-4 pin D-coded

Manufacturer	Designation	Order no.:
Binder	Series 825	99-3729-810-04
Phoenix Contact	SACC-M12MSD-4CON-PG 7-SH (PG 7)	15 21 25 8
Phoenix Contact	SACC-M12MSD-4CON-PG 9-SH (PG 9)	15 21 26 1
Harting	HARAX® M12-L	21 03 281 1405

[1] for service purposes, e.g. software update



5.3 EPL Node-ID

Each EPL node (MN, CN and Router) is addressed by an 8 bit EPL Node-ID on the EPL layer. This ID has only local significance, i.e. it is unique within an EPL segment.

The Node-ID is adjusted by means of two HEX rotary switches, which are read-in only in the POWER-ON momentum. Additional adjustments during operation are not recognized therefore.

EPL Node-IDs 1…239 may used for the measuring system. The table below shows the EPL Node ID assignment and allowed CN access options for the EPL Node-ID intervals.

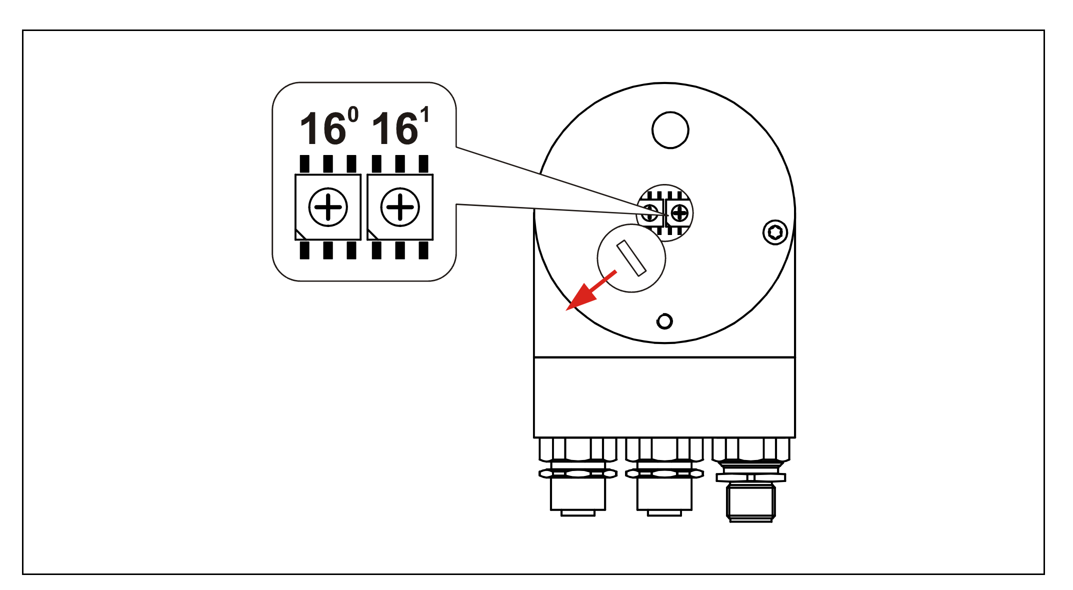


Figure 13: EPL Node-ID, switch assignment

EPL Node-ID	Description	CN access options
0	invalid	no
1…239	**regular EPL Controlled Nodes**	**no / mandatory / optional isochronous / async only**
240	EPL Managing Node	mandatory / isochronous
241…250	reserved	no
251	EPL pseudo Node-ID to be used by a node to address itself.	no
252	EPL dummy node	no
253	Diagnostic device	optional isochronous / async only
254	EPL to legacy Ethernet Router	no / mandatory / optional isochronous
255	EPL Broadcast	no

Table 3: EPL Node-ID assignment

5.4 Switching on the supply voltage

After the connection and all hardware settings have been carried out, the supply voltage can be switched on.

The measuring system is initialized first of all and is then in *NMT_CS_NOT_ACTIVE* state. In this state the measuring system is passive (listen only), observes the network traffic, does not send any frames and is waiting for MN commands. The measuring system can be gradually transferred to *NMT_CS_OPERATIONAL* state according to the *NMT CN State Machine* via the MN:

NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1
With a *SoA* or a *SoC* frame the measuring system is switched into *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1*. In this state the measuring system sends a frame only if the MN has authorized it to do so by a *SoA AsyncInvite* command. The inactive measuring system is requested by the MN over an *IdentRequest* service for identification. The measuring system responses with an *IdentResponse*, a special type of the *ASnd* frame. With reception of the *IdentResponse* the measuring system is switched actively and can be accessed in the isochronous data communication phase with a *PReq* frame.

Initially, in *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1* status only a parameterization via Service Data Objects is possible. However, it is possible to configure PDOs using SDOs.

NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2
With a *SoC* frame the measuring system is switched into *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2*. At first the measuring system waits until the configuration is finished completely, then the node can be accessed with a *PReq* frame by the MN. The measuring system responses with a “Dummy *PRes*”, which contains no process data, the data are marked as invalid. No process data processing is performed.

NMT_CS_READY_TO_OPERATE
With the NMT command *NMTEnableReadyToOperate* the measuring system is switched into *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* and signals its readiness to operation to the MN. With the reception of a *PReq* frame by the MN the measuring system is included into the cyclic data exchange.
Output process data (PReq frames) to the measuring system are already valid, sent input data (PRes frames) to the MN are marked as invalid. The process data correspond to the mapping configuration.

NMT_CS_OPERATIONAL
With the NMT state command *NMTStartNode* the measuring system is switched into *NMT_CS_OPERATIONAL*. This is the normal operating state of the measuring system. Now, active process data exchange between MN and measuring system over *PReq* and *PRes* messages is possible. The process data correspond to the mapping configuration.



In this example a typical boot up with a single CN and without boot up errors is depicted. The example also shows a configuration update of the CN in BOOT_STEP1.

MN
CN
NMT_GS_POWERED
NMT_GS_INITIALISING
NMT_GS_RESET_APPLICATION
NMT_GS_RESET_CONFIGURATION
NMT_MS_NOT_ACTIVE
NMT_CS_NOT_ACTIVE
NMT_MS_PRE_OPERATIONAL_1
NMT_CS_BASIC_ETHERNET_MODE
Start reduced cycle
SoA
NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1
BOOT_STEP1
SoA (R.-ServiceID:IdentRequest)
SoA
ASnd
ASnd (ServiceID:IdentResponse)
SDO Communication [Client]
SDO Communication [Server]
SoA (R.-ServiceID:IdentRequest)
SoA
ASnd
ASnd (ServiceID:IdentResponse)
BOOT_STEP1 E_OK
NMT_MS_PRE_OPERATIONAL_2
Start isochronous cycle
SoC
NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2
BOOT_STEP2
Command: NMTEnableReadyToOperate
SoA
NMT_CS_READY_TO_OPERATE
SoA (R.-ServiceID:StatusRequest)
SoA
ASnd
ASnd (ServiceID:StatusResponse)
BOOT_STEP2 E_OK
NMT_MS_READY_TO_OPERATE
CHECK_COMMUNICATION
Send PReq
P Req
PRes
Send PRes
CHECK_COMMUNICATION E_OK
NMT_MS_OPERATIONAL
START
Command: NMTStartNode
SoA
NMT_CS_OPERATIONAL
SoA (R.-ServiceID:StatusRequest)
SoA
ASnd
ASnd (ServiceID:StatusResponse)
START_CN E_OK
Operational

Figure 14: Boot procedure example for a single CN [Reference: EPSG Powerlink Specification]

6 Commissioning

6.1 Device description file

The XML-based XDD-file contains all information on the measuring system-specific parameters and the operating modes of the measuring system. The XML file is integrated by the POWERLINK network configuration tool, in order to enable correct configuration and commissioning of the measuring system.

The XML file is called **"0000025C_TR_CEx_COx_65M_V001.xdd"** and is located on software/support CD art. no.: 490-01001 --> soft no.: 490-00423.

6.2 Bus status display

The POWERLINK measuring system is equipped with four diagnostic LEDs.

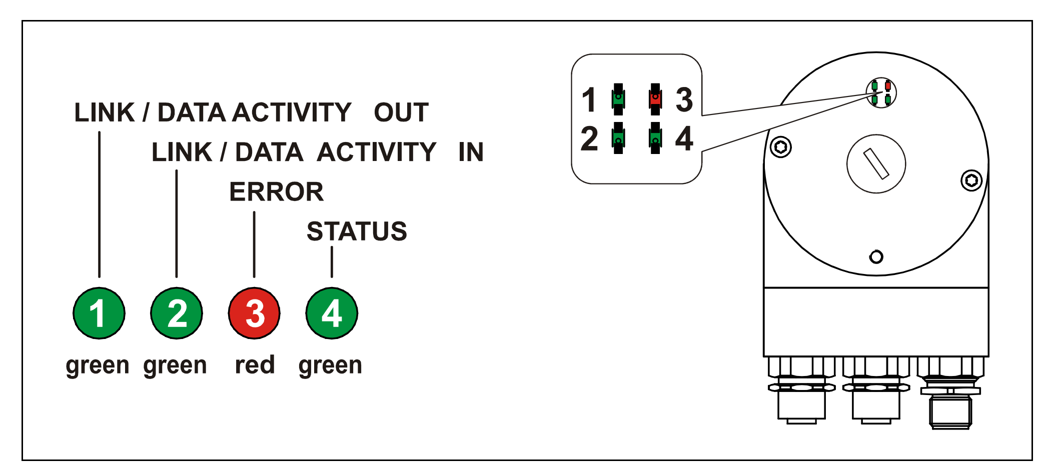


Figure 15: POWERLINK diagnostic LEDs

6.2.1 Indicator states and flash rates

LED	Description
ON	constantly ON
OFF	constantly OFF
Flickering	Equal ON and OFF times with a frequency of approx. 10 Hz: ON = 50 ms, OFF = 50 ms. Alternately red LED / green LED.
Blinking	Equal ON and OFF times with a frequency of approx. 2.5 Hz: ON = 200 ms, OFF = 200 ms. Alternately red LED / green LED.
Single flash	One short flash, approx. 200 ms ON, followed by a long OFF phase, approx. 1000 ms.
Double flash	A sequence of two short flashes, approx. 200 ms ON/OFF, followed by a long OFF phase, approx. 1000 ms.
Triple flash	A sequence of three short flashes, approx. 200 ms ON/OFF, followed by a long OFF phase, approx. 1000 ms.

Table 4: LED indicator states



6.2.2 Error LED

Error LED function is controlled by NMT State Machine transitions, see Figure 11, page 121.

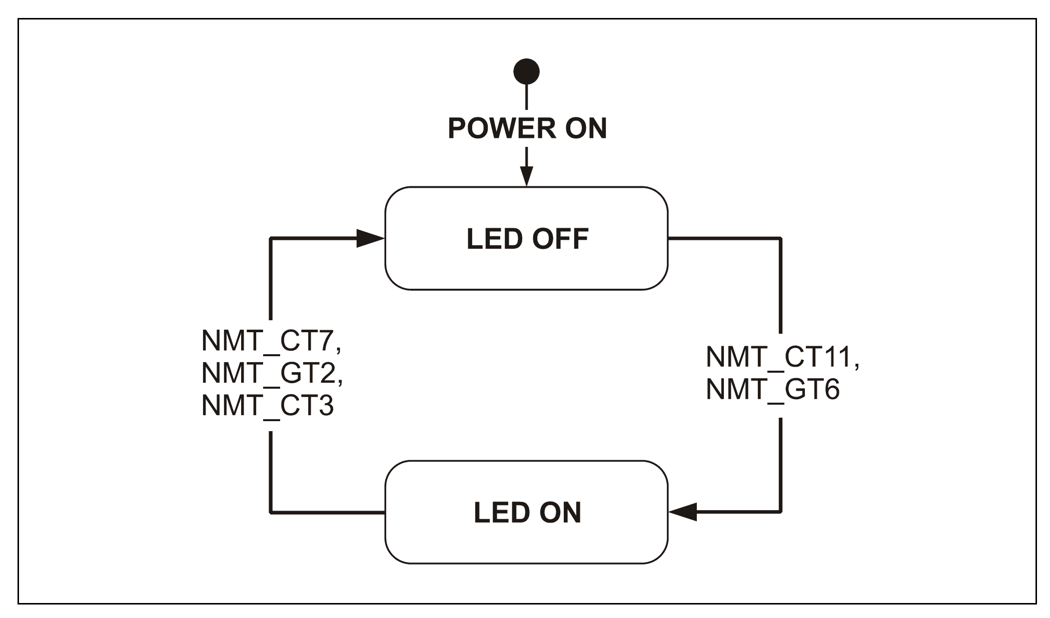


Figure 16: Error LED State Machine

For appropriate measures in case of error see chapter “Optical displays” page 185.

6.2.3 Status LED

Status LED function is controlled by NMT State Machine states, see Figure 11, page 121.

Status LED	State
OFF	NMT_GS_OFF, NMT_GS_INITIALISATION, NMT_CS_NOT_ACTIVE
Flickering	NMT_CS_BASIC_ETHERNET
Single flash	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1
Double flash	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2
Triple flash	NMT_CS_READY_TO_OPERATE
ON	NMT_CS_OPERATIONAL
Blinking	NMT_CS_STOPPED

Table 5: Status LED

6.2.4 Link / Data Activity LED, IN/OUT

LED = ON “Link”, when Ethernet link is established. Flashes “Data Activity”, when data are received or transmitted. Die Data Activity indicator is dominant over the Link indicator.

For appropriate measures in case of error see chapter “Optical displays” page 185.

6.3 Network configuration

6.3.1 MAC-Address

Already by TR-Electronic each POWERLINK device a worldwide explicit device identification is assigned und serves for the identification of the Ethernet node. This 6 byte long device identification is the MAC-Address and is not changeable.

The MAC-Address is divided in:

- 3 Byte Manufacturer-ID and
- 3 Byte Device-ID, current number

Normally the MAC-Address is printed on the connection hood of the device.
E.g.: “00-03-12-04-00-60”

6.3.2 IP-Address

So that a POWERLINK device as a subscriber at the Industrial Ethernet can be controlled, this device additionally needs an explicit IP-Address in the network. The IP-address consists of 4 decimal numbers with the value range from 0 to 255. The decimal numbers are separated by a point from each other.

The IP-Address consists of

- the address of the (sub) net and
- the address of the subscriber, called host or net node

6.3.3 Subnet mask

The “1-bits” of the subnet mask determine the part of the IP-Address which contains the address of the (sub) network.

General it is valid:

- The network address results from the **AND**-conjunction of IP-Address and Subnet mask.
- The subscriber address results from the conjunction
  IP-Address **AND** (**NOT** Subnet mask)



6.3.4 Combination IP-Address and Default Subnet mask

There is a declaration regarding the assignment of IP-address ranges and so-called "Default Subnet masks". The first decimal number of the IP-Address (from left) determines the structure of the Default Subnet mask regarding the number of "1" values (binary) as follows:

Net address range (dec.)	IP-Address (bin.)				Address Class	Default Subnet mask
1.0.0.0 - 126.0.0.0	0xxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	A	255.0.0.0
128.1.0.0 - 191.254.0.0	10xx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	B	255.255.0.0
192.0.1.0 - 223.255.254.0	110x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	C	255.255.255.0

Class A-Net: 1 Byte Net address, 3 Byte Host address
Class B-Net: 2 Byte Net address, 2 Byte Host address
Class C-Net: 3 Byte Net address, 1 Byte Host address

Example Subnet mask

IP-Address = 130.094.122.195,
Net mask = 255.255.255.224

	Decimal	Binary	Calculation
IP-Address	130.094.122.195	10000010 01011110 01111010 11000011	IP-Address
Net mask	255.255.255.224	11111111 11111111 11111111 11100000	**AND** Net mask
Net address	130.094.122.192	10000010 01011110 01111010 11000000	**= Net address**
IP-Address	130.094.122.195	10000010 01011110 01111010 11000011	IP-Address
Net mask	255.255.255.224	11111111 11111111 11111111 11100000 (00000000 00000000 00000000 00011111)	**AND** (**NOT** Net mask)
Host address	3	00000000 00000000 00000000 00000011	**= Host address**

6.3.5 IP Addressing

Each IP-capable EPL node possesses an IPv4 address, a subnet mask and default gateway. These attributes are referred to as the IP parameters:

Ipv4 Address

For an EPL network the private class C Net-ID **192.168.100.0** is used. A class C network provides the IP addresses 1…254, which matches the number of valid EPL Node-ID's. The Host-ID of the private class C Net-ID is identical to the adjusted EPL Node-ID. Hence the last byte of the IP address (Host-ID) has the same value as the EPL Node ID:

IP Address	
192.168.100.	adjusted EPL Node-ID
Net-ID	Host-ID

Table 6: Construction of the IPv4 address

Subnet mask

The subnet mask of an EPL node is 255.255.255.0. This is the subnet mask of a class C net.

Default Gateway

A default gateway is a node (Router/Gateway) in the EPL network and makes possible the access to another network, outside of the EPL network.

The Default Gateway preset shall use the IP address 192.168.100.254. The value may be modified to another valid IP address. If a Router/Gateway is present in the EPL network, whose IP address is to be used.

The following table summarizes the default IP parameters:

IP Parameter	IP Address
IP Address	192.168.100.<EPL Node-ID>
Subnet mask	255.255.255.0
Default Gateway	192.168.100.254, may be modified

Table 7: IP parameters of an EPL node



6.3.6 Hostname

Each IP-capable EPL node possesses a hostname. The hostname can be used to access EPL nodes with its name instead of its IP address.

Valid values:

- 0x30…0x39 (0…9)
- 0x41…0x5A (A…Z)
- 0x61…0x6A (a…z)
- 0x2D (-)

The data are interpreted as ISO 646-1973(E) 7-bit coded characters. The default hostname is constructed from the EPL Node-ID and the Vendor-ID parted by the character "-": (<EPL Node ID>-<Vendor ID>). EPL Node-ID and the Vendor-ID are hexadecimally coded.

If no hostname is explicitly assigned, the EPL node uses the default hostname instead. The hostname located on the EPL node can be set with the NMT Managing command *NMTNetHostNameSet*. For this the EPL node must be in the state *NMT_GS_INITIALISATION*. The hostname can be read by the ASnd with the *IdentResponse* service.

Alternatively the hostname can be configured also by means of Object 1F9Ah: NMT_HostName_VSTR, see page 167.

7 Communication-Specific Standard Objects (CiA DS-301)

The following table shows a complete overview of the indexes in the communication profile range.



Dependent on the device, some indices can not be supported!

M = Mandatory
O = Optional
C = Conditional

Index	Object	Name	Type	Attr.	M/O/C	Page
0x1000	VAR	NMT_DeviceType_U32	UNSIGNED32	CONST	M	140
0x1001	VAR	ERR_ErrorRegister_U8	UNSIGNED8	ro	M	141
0x1006	VAR	NMT_CycleLen_U32	UNSIGNED32	rw	M	141
0x100A	VAR	NMT_ManufactSwVers_VS	VISIBLE_STRING	CONST	O	142
0x1018	RECORD	NMT_IdentityObject_REC	IDENTITY	CONST	M	142
0x1020	RECORD	CFM_VerifyConfiguration_REC	CFM_VerifyConfiguration_TYPE	rw	M	144
0x1030	RECORD	NMT_InterfaceGroup_0h_REC	NMT_InterfaceGroup_TYPE	-	M	146
0x1300	VAR	SDO_SequLayerTimeout_U32	UNSIGNED32	rw	C	149
0x1800	RECORD	PDO_TxCommParam_0h_REC	PDO_CommParamRecord_TYPE	-	C	149
0x1A00	ARRAY	PDO_TxMappParam_0h_AU64 - Position_Low - Position_High	UNSIGNED64	ro	C	151
0x1C0A	RECORD	DLL_CNCollision_REC	DLL_ErrorCntRec_TYPE	-	C	152
0x1C0B	RECORD	DLL_CNLossSoC_REC	DLL_ErrorCntRec_TYPE	-	M	153
0x1C0F	RECORD	DLL_CNCRCError_REC	DLL_ErrorCntRec_TYPE	-	M	155
0x1C14	VAR	DLL_LossOfFrameTolerance_U32	UNSIGNED32	rw	C	156
0x1E40	RECORD	NWL_IpAddrTable_0h_REC	NWL_IpAddrTable_TYPE	-	C	157
0x1E4A	RECORD	NWL_IpGroup_REC	NWL_IpGroup_TYPE	-	C	159
0x1F82	VAR	NMT_FeatureFlags_U32	UNSIGNED32	CONST	M	160
0x1F83	VAR	NMT_EPLVersion_U8	UNSIGNED8	CONST	M	161
0x1F8C	VAR	NMT_CurrNMTState_U8	UNSIGNED8	ro	M	161
0x1F93	RECORD	NMT_EPLNodeID_REC	NMT_EPLNodeID_TYPE	-	M	162
0x1F98	RECORD	NMT_CycleTiming_REC	NMT_CycleTiming_TYPE	-	M	163
0x1F99	VAR	NMT_CNBasicEthernetTimeout_U32	UNSIGNED32	rw	M	166
0x1F9A	VAR	NMT_HostName_VSTR	VISIBLE_STRING32	rw	C	167
0x1F9E	VAR	NMT_ResetCmd_U8	UNSIGNED8	rw	M	167

Table 8: Communication-specific standard objects



7.1 Object 1000h: NMT_DeviceType_U32

This object contains information about the device type. The object with index 1000h describes the type of device and its functionality. It is composed of a 16-bit field which describes the device profile (Device profile no. 406 = 196h) that is used and a second 16-bit field which gives additional information about the type of device. The value is setup by the device firmware during system initialization.

Index	0x1000	Object type	VAR
Name	NMT_DeviceType_U32		
Data type	UNSIGNED32	Category	Mandatory
Value range	UNSIGNED32	Access	CONST
Default value	0x00020196	PDO mapping	no

Device type			
Device profile number		Encoder type	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
0x96	0x01	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8

Encoder type		
Code	**Definition**	**Default**
01	Absolute single turn encoder	depending on the encoder type
02	Absolute multi turn encoder	

7.2 Object 1001h: ERR_ErrorRegister_U8

The object ERR_ErrorRegister_U8 is compatible to the object “Error Register” of the standard communication profile CiA DS 301.

Index	0x1001	Object type	VAR
Name	ERR_ErrorRegister_U8		
Data type	UNSIGNED8	Category	Mandatory
Value range	0…0xFF	Access	ro
Default value	0	PDO mapping	yes

Bit	M/O	Description
0	M	Generic error This bit is set, if the `Static Error Bit Field` or the `Status Entries` in the StatusResponse frame show one or more errors.
1	O	not supported
2	O	not supported
3	O	not supported
4	O	not supported
5	O	not supported
6	O	not supported
7	O	Manufacturer specific, not supported

7.3 Object 1006h: NMT_CycleLen_U32

This object defines the communication cycle time interval in µs, see also Figure 2: EPL Cycle diagram on page 111. The resulting period defines the SYNC interval. The value is set by the system configuration and is valid for the MN and the CN.

Index	0x1006	Object type	VAR
Name	NMT_CycleLen_U32		
Data type	UNSIGNED32	Category	Mandatory
Value range	0…0xFF FF FF FF	Access	rw, valid on reset
Default value	5000 µs	PDO mapping	no



7.4 Object 100Ah: NMT_ManufactSwVers_VS

Contains the manufacturer software version.

Index	0x100A	Object type	VAR
Name	NMT_ManufactSwVers_VS		
Data type	VISIBLE_STRING	Category	Optional
Value range	-	Access	CONST
Default value	"TR-V1", depending on version	PDO mapping	no

7.5 Object 1018h: NMT_IdentityObject_REC

This object contains general identification information about the measuring system. The values are configured by the device firmware during system initialization.

Index	0x1018	Object type	RECORD
Name	NMT_IdentityObject_REC		
Data type	IDENTITY	Category	Mandatory

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x4
Value range	0x4

Sub-Index	**001**
Description	VendorId_U32, contains the Device Vendor ID, allocated by the CiA
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x025C
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	002
Description	ProductCode_U32, contains the device specific classification of the article number
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	1: Absolute Single-Turn Encoder 2: Absolute Multi-Turn Encoder
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	003
Description	RevisionNo_U32, contains the manufacturer-specific revision number
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x89224
Value range	0…0xFF FF FF FF

Format:

31 … 16	15 … 0
major revision number	minor revision number
Revision no.	
MSB	LSB

The major revision number identifies a specific device behavior. If the device functionality is expanded, the major revision is incremented. The minor revision number identifies different versions with the same device behavior.

Sub-Index	004
Description	SerialNo_U32, contains the serial number of the device
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x1
Value range	0…0xFF FF FF FF



7.6 Object 1020h: CFM_VerifyConfiguration_REC

This object holds device local configuration date and time.

Index	0x1020	Object type	RECORD
Name	CFM_VerifyConfiguration_REC		
Data type	CFM_VerifyConfiguration_TYPE	Category	Mandatory

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x4
Value range	0x4

Sub-Index	**001**
Description	ConfDate_U32, contains the configuration date (Num. of days since 1. January 1984)
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**002**
Description	ConfTime_U32, contains the configuration time (Number of ms since midnight)
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**003**
Description	ConfId_U32, contains the ID number for the configuration
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

The value is created by a configuration tool in a manufacturer specific way.
In an EPL network the ID number should be identical only on those nodes, which have an identical hardware and configuration besides some node specific parameters like EPL Node-ID or the Serial-Number etc. Otherwise the ID number should be unique for each node in an Ethernet POWERLINK network segment.

Sub-Index	**004**
Description	VerifyConfInvalid_U32
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0x1; 0 = FALSE, 1 = TRUE

`VerifyConfInvalid_U32` enables temporary local modifications of configuration parameters for test purpose while maintaining the bootability of the network.

`VerifyConfInvalid_U32` = FALSE indicates that the configuration was not modified since the last storage of `ConfId_U32` (sub-index 03h).

A change of a parameter which is stored in permanent memory sets `VerifyConfInvalid_U32` to TRUE.

`VerifyConfInvalid_U32` is set to FALSE upon writing a value > 0 to `ConfId_U32`.

A configuration tool or an application may use this information to display a warning if the configuration of a node was modified.



7.7 Object 1030h: NMT_InterfaceGroup_0h_REC

This object is used to configure and retrieve parameters of the network interfaces (physical or virtual) via SDO. Each interface has one entry. The `InterfaceGroup_REC` object is a subset of the Interface Group RFC1213.

Index	0x1030	Object type	RECORD
Name	NMT_InterfaceGroup_0h_REC		
Data type	NMT_InterfaceGroup_TYPE	Category	Mandatory

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x09
Value range	0x09

Sub-Index	**001**
Description	InterfaceIndex_U16, contains the index for the physical interface
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x9
Value range	0x01…0x0A

This number is the index number subtracted by 102Fh. The EPL node that adds an interface generates the respective value. The interface identified by a particular value of this index is the same interface as identified by the same value of Object 1E40h: NWL_IpAddrTable_0h_REC.IfIndex_U16.

Sub-Index	002
Description	InterfaceDescription_VSTR, contains interface information
Category	Mandatory
Data type	VISIBLE_STRING
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	TR-Port-P2MAC-V1
Value range	-

This string includes the name of the manufacturer, the product name and the version of the hardware interface.
The value is configured by the device firmware during system initialization.

Sub-Index	003
Description	InterfaceType_U8, contains the type of interface
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED8
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x6, ethernet-csmacd
Value range	0x01…0x07

Sub-Index	004
Description	InterfaceMtu_U16, contains the max. Rx/Tx datagram size in bytes
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	1000 Bytes
Value range	0…0xFF FF

Sub-Index	005
Description	InterfacePhysAddress_OSTR, contains the physical interface address
Category	Mandatory
Data type	OCTET_STRING6
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	-



Sub-Index	006
Description	InterfaceName_VSTR, contains the interface reference name, used by the device driver
Category	Mandatory
Data type	VISIBLE_STRING
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	TR-Epl-Slave
Value range	-

Sub-Index	007
Description	InterfaceOperStatus_U8, contains the current operational state of the interface
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED8
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0 = Down, 1 = Up

Sub-Index	008
Description	InterfaceAdminState_U8, contains the current administration state of the interface
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED8
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0 = Down, 1 = Up

Sub-Index	009
Description	Valid_BOOL, specifies whether or not the data of this object is valid
Category	Mandatory
Data type	BOOLEAN
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	TRUE = Data valid, FALSE = Data invalid

7.8 Object 1300h: SDO_SequLayerTimeout_U32

This object provides a timeout value in ms for the connection abort recognition in case of SDO-transmission.

Index	0x1300	Object type	VAR
Name	SDO_SequLayerTimeout_U32		
Data type	UNSIGNED32	Category	Mandatory
Value range	0…0xFF FF FF FF	Access	rw
Default value	30.000 ms	PDO mapping	no

7.9 Object 1800h: PDO_TxCommParam_0h_REC

This object contains the mapping version as well as address information and describes the communication attributes of the TPDO channel.
Because a CN uses only one TPDO channel, only the first communication parameter object 0x1800 is implemented.

Index	0x1800	Object type	RECORD
Name	PDO_TxCommParam_0h_REC		
Data type	PDO_CommParamRecord_TYPE	Category	Cond

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x2
Value range	0x2

Sub-Index	**001**
Description	NodeID_U8, contains the Node-ID of the PDO target for the MN, PReq --> CN
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED8
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFE



Sub-Index	002
Description	MappingVersion_U8, contains the mapping version number
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED8
Access	ro, supports only static mapping
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF

Format:

High-Nibble	Low-Nibble
Main version	Sub version
Mapping version	

Compatibility of TPDO channel may be ensured by PDO mapping version handling.

7.10 Object 1A00h: PDO_TxMappParam_0h_AU64

This object describes the mapping of the objects contained in TPDO payload to object dictionary entries.
Because a CN uses only one TPDO channel, only the first mapping parameter object 0x1A00 is implemented.

Index	0x1A00	Object type	ARRAY
Name	PDO_TxMappParam_0h_AU64		
Data type	UNSIGNED64	Category	Cond

Sub-Index	**000**
Description	Number of the mapped objects in the PDO
Access	ro, supports only static mapping
PDO mapping	no
Default value	0x02
Value range	0…0xFE

TPDO mapping parameter

Index	0x1A00			
Name	PDO_TxMappParam_0h_AU64			
Sub-Index	**Name**	**Default value in HEX**	**Data type**	**Access**
0x00	Number of entries	02		ro
0x01	ObjectMapping 1; Position_Low, 32 Bit	3100-01-00–0000-0020	UNSIGNED64	ro
0x02	ObjectMapping 2; Position_High, 32 Bit	3100-02-00–0020-0020	UNSIGNED64	ro

Format of the internal bit mapping of the PDO mapping entry (Default value)

	UNSIGNED64				
	MSB				LSB
Bits	63…48	47…32	31…24	23…16	15…0
Name	Length in bits	Offset in bits	reserved	Sub-Index	Index
Type	UNSIGNED16	UNSIGNED16	-	UNSIGNED8	UNSIGNED16



7.11 Object 1C0Ah: DLL_CNCollision_REC

This object is used to monitor and signal the error symptom `Collisions` (Bus collisions). Collisions are detected by the CN. Error triggering see Threshold Counter on page 180.

Index	0x1C0A	Object type	RECORD
Name	DLL_CNCollision_REC		
Data type	DLL_ErrorCntRec_TYPE	Category	Cond

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x3
Value range	0x3

Sub-Index	**001**
Description	CumulativeCnt_U32, Cumulative counter contains the number of collisions
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	002
Description	ThresholdCnt_U32, Threshold counter per collision error --> +8, no error/cycle --> -1
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	003
Description	Threshold_U32, contains the threshold for sub-index 002, ThresholdCnt_U32 If threshold reached --> `NMT_GS_RESET_APPLICATION`
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	15
Value range	0…0xFF FF FF FF; 0 = error reaction deactivated 1 = immediate error reaction

7.12 Object 1C0Bh: DLL_CNLossSoC_REC

This object is used to monitor and signal the error symptom `Loss of SoC` (Loss of Start-of-Cycle frames). `Loss of SoC` errors are detected by the CN. Error triggering see Threshold Counter on page 180.

Index	0x1C0B	Object type	RECORD
Name	DLL_CNLossSoC_REC		
Data type	DLL_ErrorCntRec_TYPE	Category	Mandatory

Sub-Index	000
Description	Number of entries
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x3
Value range	0x3



Sub-Index	001
Description	CumulativeCnt_U32, Cumulative counter contains the number of lost SoC frames
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	002
Description	ThresholdCnt_U32, Threshold counter per Loss of SoC error --> +8, no error/cycle --> -1
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	003
Description	Threshold_U32, contains the threshold for sub-index 002, ThresholdCnt_U32 If threshold reached--> error state (PRE_OPERATIONAL_1)
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	15
Value range	0…0xFF FF FF FF; 0 = error reaction deactivated 1 = immediate error reaction

7.13 Object 1C0Fh: DLL_CNCRCError_REC

This object is used to monitor and signal the error symptom `CRCError` (Check sum error in case of transmission). CRC errors are detected by the CN. Error triggering see Threshold Counter on page 180.

Index	0x1C0F	Object type	RECORD
Name	DLL_CNCRCError_REC		
Data type	DLL_ErrorCntRec_TYPE	Category	Mandatory

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x3
Value range	0x3

Sub-Index	**001**
Description	CumulativeCnt_U32, Cumulative counter contains the number of CRC errors
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**002**
Description	ThresholdCnt_U32, Threshold counter per CRC error --> +8, no error/cycle --> -1
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**003**
Description	Threshold_U32, contains the threshold for sub-index 002, ThresholdCnt_U32 If threshold reached --> error state (PRE_OPERATIONAL_1)
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	15
Value range	0…0xFF FF FF FF; 0 = error reaction deactivated 1 = immediate error reaction



7.14 Object 1C14h: DLL_LossOfFrameTolerance_U32

The object provides a tolerance intervall in [ns] to be applied by `CN's Loss of SoC` error recognition, see chapter "Loss of SoC" on page 182.

Index	0x1C14	Object type	VAR
Name	DLL_LossOfFrameTolerance_U32		
Data type	UNSIGNED32	Category	Cond
Value range	0…0xFF FF FF FF	Access	rw
Default value	10 ms	PDO mapping	no

7.15 Object 1E40h: NWL_IpAddrTable_0h_REC

The IP address table contains the IP addressing information. The *NWL_IpAddrTable_Xh_REC* object is a subset of the IP Group RFC1213. It assigns IP parameters to an interface indicated by Object 1030h: NMT_InterfaceGroup_0h_REC.*InterfaceIndex_U16*.

Index	0x1E40	Object type	RECORD
Name	NWL_IpAddrTable_0h_REC		
Data type	NWL_IpAddrTable_TYPE	Category	Cond

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x05
Value range	0x05

Sub-Index	**001**
Description	IfIndex_U16, contains the index for the physical interface
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF

The interface identified by a particular value of this index is the same interface as identified by the same value of Object 1030h: NMT_InterfaceGroup_0h_REC.*InterfaceIndex_U16*.

Sub-Index	**002**
Description	Addr_IPAD, contains the IP address 192.168.100.<EPL Node-ID>
Category	Mandatory
Data type	IP_ADDRESS
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF



Sub-Index	003
Description	NetMask_IPAD, contains the subnet mask associated with the IP address 255.255.255.0
Category	Mandatory
Data type	IP_ADDRESS
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	004
Description	ReasmMaxSize_U16, contains the size of the largest IP datagram from incoming IP fragmented datagrams
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF

Sub-Index	005
Description	DefaultGateway_IPAD, contains the default gateway associated with the IP address (EPL default address Router-Type 1, 192.168.100.254)
Category	Mandatory
Data type	IP_ADDRESS
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

7.16 Object 1E4Ah: NWL_IpGroup_REC

The *NWL_IpGroup_REC* object is a subset of the IP Group RFC1213 and specifies information about the IP stack.

Index	0x1E4A	Object type	RECORD
Name	NWL_IpGroup_REC		
Data type	NWL_IpGroup_TYPE	Category	Cond

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x03
Value range	0x03

Sub-Index	**001**
Description	Forwarding_BOOL, indicates if this entity is acting as an IP router in respect to the forwarding of datagrams received by, but not addressed to this entity (IP Router function, no IP Router function)
Category	Mandatory
Data type	BOOLEAN
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0 = no forwarding, 1 = forwarding

Sub-Index	**002**
Description	DefaultTTL_U16, contains the Time-To-Live value for the IP header. Avoids that undeliverable packages are forwarded infinitely
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0x40
Value range	0…0xFF FF



Sub-Index	003
Description	ForwardDatagrams_U32, contains the number of input datagrams for which this entity was not their final IP destination
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

7.17 Object 1F82h: NMT_FeatureFlags_U32

This object contains the Feature Flags and indicates communication profile specific properties of the device given by its design. The values are configured by the device firmware during system initialization.

Index	0x1F82	Object type	VAR
Name	NMT_FeatureFlags_U32		
Data type	UNSIGNED32	Category	Mandatory
Value range	0x00003FFF	Access	CONST
Default value	0x00000087	PDO mapping	no

Value interpretation

Byte	Bit	Name	TRUE	FALSE
0	**0 = 1**	**Isochronous**	Cyclic accesses over PReq frames, CN can be operated isochronically.	—
	1 = 1	**SDO by UDP/IP**	Device supports SDO communication via UDP/IP frames.	—
	2 = 1	**SDO by ASnd**	Device supports SDO communication via EPL ASnd frames.	—
	3 = 0	SDO by PDO	not supported	
	4 = 0	NMT Info Services		
	5 = 0	Extended NMT State Commands		
	6 = 0	Dynamic PDO Mapping		
	7 = 1	**NMT Service by UDP/IP**	Device supports NMT services via UDP/IP frames.	—
1	8 = 0	Configuration Manager	not supported	
	9 = 0	Multiplexed Access		
	10 = 0	NodeID setup by SW		
	11 = 0	MN Basic Ethernet Mode		
	12 = 0	Routing Type 1 Support		
	13 = 0	Routing Type 2 Support		
	14 = 0	SDO Read/Write All by Index		
	15 = 0	SDO Read/Write Mult. Parameter by Index		
2	16-23 = 0	reserved		
3	24-31 = 0	reserved		

Table 9: NMT_FeatureFlags_U32 interpretation

7.18 Object 1F83h: NMT_EPLVersion_U8

This object contains the implemented EPL communication profile version. The value is configured by the device firmware during system initialization.

Index	0x1F83	Object type	VAR
Name	NMT_EPLVersion_U8		
Data type	UNSIGNED8	Category	Mandatory
Value range	0	Access	CONST
Default range	0…0xFF	PDO mapping	no

Format:

High-Nibble	Low-Nibble
major EPL version	minor EPL version
EPL version	

7.19 Object 1F8Ch: NMT_CurrNMTState_U8

This object contains the current NMT state. If a loss of a node is detected, the current NMT state of this node may be reset to *NMT_CS_NOT_ACTIVE*.

Index	0x1F8C	Object type	VAR
Name	NMT_CurrNMTState_U8		
Data type	UNSIGNED8	Category	Mandatory
Value range	see table	Access	ro
Default range	0x1C, NMT_CS_NOT_ACTIVE	PDO mapping	yes

Value interpretation

	NMT states	Value, binary	Superordinate
MN and CN	NMT_GS_OFF	0000 0000	
	NMT_GS_POWERED	xxxx 1xxx	X
	NMT_GS_INITIALISATION	xxxx 1001	X
	NMT_GS_INITIALISING	0001 1001	
	NMT_GS_RESET_APPLICATION	0010 1001	
	NMT_GS_RESET_COMMUNICATION	0011 1001	
	NMT_GS_RESET_CONFIGURATION	0111 1001	
	NMT_GS_COMMUNICATING	xxxx 11xx	X
CN	NMT_CS_NOT_ACTIVE	0001 1100	
	NMT_CS_EPL_MODE	xxxx 1101	X
	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1	0001 1101	
	NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2	0101 1101	
	NMT_CS_READY_TO_OPERATE	0110 1101	
	NMT_CS_OPERATIONAL	1111 1101	
	NMT_CS_STOPPED	0100 1101	
	NMT_CS_BASIC_ETHERNET	0001 1110	

Table 10: CN NMT states



7.20 Object 1F93h: NMT_EPLNodeID_REC

The object stores the devices's EPL Node-ID.

Index	0x1F93	Object type	RECORD
Name	NMT_EPLNodeID_REC		
Data type	NMT_EPLNodeID_TYPE	Category	Mandatory

Sub-Index	000
Description	Number of entries
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x02
Value range	0x02…0x03

Sub-Index	001
Description	NodeID_U8, indicates the Node-ID, adjusted by means of the hardware switches
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED8
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x1
Value range	0x01…0xFE

Sub-Index	002
Description	NodeIDByHW_BOOL, indicates if the EPL Node-ID can be adjusted by means of hardware or software
Category	Mandatory
Data type	BOOLEAN
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0x1
Value range	0 = Software adjustment, 1 = Hardware adjustment

7.21 Object 1F98h: NMT_CycleTiming_REC

This object provides node specific timing parameters, which influence the EPL cycle timing.

Index	0x1F98	Object type	RECORD
Name	NMT_CycleTiming_REC		
Data type	NMT_CycleTiming_TYPE	Category	Mandatory

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x09
Value range	0x09

Sub-Index	**001**
Description	IsochrTxMaxPayload_U16, provides the device specific upper limit for payload data size in bytes of isochronous messages to be transmitted by the device
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	1490 Bytes
Value range	0x0024…0x05D2

Sub-Index	**002**
Description	IsochrRxMaxPayload_U16, provides the device specific upper limit for payload data size in bytes of isochronous messages to be received by the device
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	1490 Bytes
Value range	0x0024…0x05D2



Sub-Index	003
Description	PResMaxLatency_U32, provides the maximum time in ns, that is required by the CN to respond to PReq
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	004
Description	PReqActPayloadLimit_U16, provides the configured PReq payload data slot size in bytes expected by the CN. The payload data slot size + headers gives the fixed size of the PReq frame, regardless of the PDO data size. The data slot is filled by PDO data up to this limit.
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	rw, valid on reset
PDO mapping	no
Default value	0x24
Value range	0x24…Sub-Index 002

Sub-Index	005
Description	PResActPayloadLimit_U16, provides the configured PRes payload data slot size in bytes expected by the CN. The payload data slot size + headers gives the fixed size of the PRes frame, regardless of the PDO data size. The data slot may be filled by PDO data up to this limit.
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	rw, valid on reset
PDO mapping	no
Default value	0x24
Value range	0x24…Sub-Index 001

Sub-Index	006
Description	ASndMaxLatency_U32, provides the maximum time in ns, that is required by the CN to respond to SoA
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	007
Description	MultiplCycleCnt_U8, indicates, if the node supports multiplexed operation
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED8
Access	rw, valid on reset
PDO mapping	no
Default value	0, node supports no multiplexed operation
Value range	0…0xFF

Sub-Index	008
Description	AsyncMTU_U16, contains the max. ASnd- or UDP/IP frame size in bytes
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED16
Access	rw, valid on reset
PDO mapping	nein
Default value	300 Bytes
Value range	300…1500 Bytes

The value describes the length of the complete Ethernet frame minus 14 bytes Ethernet header and 4 bytes checksum. `AsyncMTU_U16` is upper limited by the Object 1030h: NMT_InterfaceGroup_0h_REC.`InterfaceMTU_U16` values of all devices in the segment. This limit shall be 18 bytes less than the minimum `InterfaceMTU_U16` value provided by any node in the segment. `AsyncMTU_U16` shall be equal in all nodes of the segment.



Sub-Index	009
Description	Prescaler_U16, configurates the toggle rate of the SoC PS flag
Category	Optional
Data type	UNSIGNED16
Access	rw, valid on reset
PDO mapping	no
Default value	2 cycles
Value range	0…1000 cycles, 0 = function inactive

The value provides the number of cycles that have to be completed to toggle the flag by the MN.
Prescaler_U16 shall be equal in all nodes of the segment.

7.22 Object 1F99h: NMT_CNBasicEthernetTimeout_U32

Provide the time in µs to be applied before changing from *NMT_CS_NOT_ACTIVE* to *NMT_CS_BASIC_ETHERNET*.

MN and CN startup timing should be well balanced. System power up sequence should be considered.

Index	0x1F99	Object type	VAR
Name	NMT_CNBasicEthernetTimeout_U32		
Data type	UNSIGNED32	Category	Mandatory
Value range	0…0xFF FF FF FF	Access	rw, valid on reset
Default value	5 000 000 µs	PDO mapping	no

Value 0 means, never change to *NMT_CS_BASIC_ETHERNET*. The entered value should be larger than Object 1006h: NMT_CycleLen_U32.

To avoid erroneous change over to *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* mode at system startup, *NMT_CNBasicEthernetTimeout_U32* should be larger than the MN's *NMT_BootTime_REC.MNWaitNotAct_U32*, object 1F89.

7.23 Object 1F9Ah: NMT_HostName_VSTR

This object provides the DNS hostname, see also chapter "6.3.6 Hostname" on page 138.

Index	0x1F9A	Object type	VAR
Name	NMT_HostName_VSTR		
Data type	VISIBLE_STRING32	Category	Cond
Value range	VISIBLE_STRING	Access	rw
Default value	0	PDO mapping	no

7.24 Object 1F9Eh: NMT_ResetCmd_U8

The NMT Reset commands *NMTSwReset*, *NMTResetNode*, *NMTResetConfiguration*, and *NMTResetCommunication* can be triggered with writing of the appropriate NMT Service-ID to this object.

A NMT Reset over this object should be used only by CNs in the *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* state. Applications with nodes in the state *NMT_CS_EPL_MODE* or *NMT_MS_EPL_MODE* may violate the NMT rules and stimulate DLL and NMT Guarding errors. Instead, the NMT requests of the MN are to be used. See also chapter "4.10 NMT State Machine", effective from page 119.

The object is reset automatically to the value 0xFF = *NMTInvalidService* by the node, when the reset has been completed. On read access, the object always shows the NMT Service-ID 0xFF for *NMTInvalidService*.

Index	0x1F9E	Object type	VAR
Name	NMT_ResetCmd_U8		
Data type	UNSIGNED8	Category	Mandatory
Value range	0x28…0xFF, see table	Access	rw
Default value	0xFF	PDO mapping	no

Name	NMT Service-ID
NMTResetNode	0x28
NMTResetCommunication	0x29
NMTResetConfiguration	0x2A
NMTSwReset	0x2B
NMTInvalidService	0xFF

Table 11: CN NMT Reset commands



8 Manufacturer and Profile Specific Objects (CiA DS-406)

M = Mandatory
O = Optional

Index (h)	Object	Name	Data length	Attr.	M/O	Page
Parameter						
2000	VAR	Number_Of_Revolution-numerator	UNSIGNED32	rw	M	171
2001	VAR	Number_Of_Revolution-divisor	UNSIGNED32	rw	O	171
2002	ARRAY	Total_Measuring_Range	UNSIGNED32	rw	M	170
2003	ARRAY	Preset_Value	UNSIGNED32	rw	M	174
2004	VAR	Set_Preset	UNSIGNED8	rw	O	175
2005	VAR	Operating_Parameters	UNSIGNED8	rw	O	175
2006	VAR	Accept_Parameters	UNSIGNED8	rw	O	175
2007	ARRAY	Position_Value	UNSIGNED32	ro	O	176
3100	ARRAY	Mapping	UNSIGNED32	ro	O	177

Table 12: Encoder profile range

8.1 Scaling parameters



WARNING !

Danger of personal injury and damage to property exists if the measuring system is restarted after positioning in the de-energized state by shifting of the zero point!

If the number of revolutions is not an exponent of 2 or is >4096, it can occur, if more than 512 revolutions are made in the de-energized state, that the zero point of the multi-turn measuring system is lost!

- Ensure that the quotient of ***Revolutions Numerator / Revolutions Denominator*** for a multi-turn measuring system is an exponent of 2 of the group 2^0, 2^1, 2^2…2^{12} (1, 2, 4…4096).

  or

- Ensure that every positioning in the de-energized state for a multi-turn measuring system is within 512 revolutions.

The scaling parameters can be used to change the physical resolution of the measuring system. The measuring system supports the gearbox function for round axes.

This means that the ***Steps per revolution*** and the quotient of ***Revolutions numerator / Revolutions denominator*** can be a decimal number.

The position value output is calculated with a zero point correction, the count direction set and the gearbox parameter entered.



8.1.1 Object 2002h: Total measuring range

Defines the ***total number of steps*** of the measuring system before the measuring system restarts at zero.

Index	0x2002	Object type	Array
Name	Total_Measuring_Range		
Data type	UNSIGNED32	Category	Mandatory

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x2
Value range	0…0x02

Sub-Index	**001**
Description	Low_Word
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Lower limit	16 steps
Upper limit	CEx-65: 33 554 432 steps (25 bit) COx-65: 0 steps (low fraction)
Default value	33 554 432 steps

Sub-Index	**002**
Description	High_Word
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Lower limit	0 steps
Upper limit	CEx-65: 0 steps COx-65: 16 steps (high fraction)
Default value	0 steps

The actual upper limit for the measurement length to be entered in steps is dependent on the measuring system version and can be calculated with the formula below. As the value "0" is already counted as a step, the end value = measurement length in steps - 1.

Total measuring range = Steps per revolution * Number of revolutions

To calculate, the parameters ***steps/rev.*** and ***the number of revolutions*** can be read on the measuring system nameplate.

	Total measuring range Low_Word				**Total measuring range High_Word**			
	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
CEx-65	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}	-	-	-	-
COx-65	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}	2^{39} to 2^{32}	2^{47} to 2^{40}	2^{55} to 2^{48}	2^{63} to 2^{56}

8.1.2 Object 2000-2001h: Number of revolutions Numerator / Divisor

Together, these two parameters define the ***Number of revolutions*** before the measuring system restarts at zero.

As decimal numbers are not always finite (as is e.g. 3.4), but they may have an infinite number of digits after the decimal point (e.g. 3.43535355358774...) the number of revolutions is entered as a fraction.

Index	0x2000
Description	Number_Of_Revolution-numerator
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	1
Upper limit	256000
Default	**4096**

Index	0x2001
Description	Number_Of_Revolution-divisor
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	1
Upper limit	16384
Default	**1**

Formula for gearbox calculation:

$$\text{Total measuring range} = \text{Steps per revolution} \; * \; \frac{\text{Number of Revolutions numerator}}{\text{Number of Revolutions denominator}}$$



If it is not possible to enter parameter data in the permitted ranges of numerator and denominator, the attempt must be made to reduce these accordingly. If this is not possible, it may only be possible to represent the decimal number affected approximately. The resulting minor inaccuracy accumulates for real round axis applications (infinite applications with motion in one direction).
A solution is e.g. to perform adjustment after each revolution or to adapt the mechanics or gearbox accordingly.

The parameter ***"Steps per revolution"*** *may also be decimal number, however the* ***"Total measuring range"*** *may not. The result of the above formula must be rounded up or down. The resulting error is distributed over the total number of revolutions programmed and is therefore negligible.*

Preferably for linear axes (forward and backward motions):

The parameter ***"Revolutions denominator"*** *can be programmed as a fixed value of "1". The parameter* ***"Revolutions numerator"*** *is programmed slightly higher than the required number of revolutions. This ensures that the measuring system does not generate a jump in the actual value (zero transition) if the distance travelled is exceeded. To simplify matters the complete revolution range of the measuring system can also be programmed.*

The following example serves to illustrate the approach:

Given:

- *Measuring system with 4096 steps/rev. and max. 4096 revolutions*
- *Resolution 1/100 mm*

- *Ensure the measuring system is programmed in its full resolution and total measuring length (4096x4096):*
  Total number of steps = 16777216,
  Revolutions numerator = 4096
  Revolutions denominator = 1
- *Set the mechanics to be measured to the left stop position*
- *Set measuring system to "0" using the adjustment*
- *Set the mechanics to be measured to the end position*
- *Measure the mechanical distance covered in mm*
- *Read off the actual value of the measuring system from the controller connected*

Assumed:

- *Distance covered = 2000 mm*
- *Measuring system actual position after 2000 mm = 607682 steps*

Derived:

Number of revolutions covered = 607682 steps / 4096 steps/rev.
*= **148.3598633 revolutions***

*Number of mm / revolution = 2000 mm / 148.3598633 revs. = **13.48073499mm / rev.***

*For 1/100mm resolution this equates to a **Number of steps per revolution** of **1348.073499***

Required programming:

*Number of Revolutions numerator = **4096***
*Number of Revolutions denominator = **1***

$$\text{Total number of steps} = \text{Number of steps per revolution} \; * \; \frac{\text{Number of revolutions numerator}}{\text{Number of revolutions denominator}}$$

$$= 1348.073499 \text{ steps / rev.} \; * \; \frac{4096 \text{ revolutions numerator}}{1 \text{ revolution denominator}}$$

= **5521709 steps** *(rounded off)*



8.2 Object 2003h: Preset value

The object defines the position value for the preset function and is used to set the measuring system value to any position value within the range of 0 to measuring length in increments –1. The preset function is executed using Object 2004h: Set Preset, see page 175.

Index	0x2003	Object type	Array
Name	Preset_Value		
Data type	UNSIGNED32	Category	Mandatory

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x2
Value range	0…0x02

Sub-Index	**001**
Description	Low_Word
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Lower limit	0
Upper limit	CEx-65: 33 554 432 steps (25 bit) COx-65: 0 steps (low fraction)
Default value	0

Sub-Index	**002**
Description	High_Word
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Lower limit	0
Upper limit	CEx-65: 0 steps COx-65: 16 steps (high fraction)
Default value	0

	Preset Low_Word				**Preset High_Word**			
	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
CEx-65	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}	-	-	-	-
COx-65	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}	2^{39} to 2^{32}	2^{47} to 2^{40}	2^{55} to 2^{48}	2^{63} to 2^{56}

8.3 Object 2004h: Set Preset


WARNING!

Danger of physical injury and damage to property due to an actual value jump during execution of the preset adjustment function!

- The preset adjustment function should only be executed when the measuring system is stationary, or the resulting actual value jump must be permitted by both the program and the application!

The preset function is used to set the measuring system value to any position value within the range of 0 to measuring length in increments –1.
The output position value is set to the `Preset value` parameter, if the positive edge of bit 2^0 is detected.
The preset value will be defined in Object 2003h: Preset value, see page 174.

Index	**0x2004**
Description	Set_Preset
Data type	UNSIGNED8
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Value	-

8.4 Object 2005h: Operating parameters

The object with index 2005h supports only the function for the code sequence.
The code sequence defines whether increasing or decreasing position values are output when the measuring system shaft rotates clockwise or counter clockwise as seen on the shaft.

Index	0x2005	Object type	VAR
Name	Operating_Parameters		
Data type	UNSIGNED8	Category	Optional
Value range	Bit 0 = 0: Position increasing clockwise Bit 0 = 1: Position decreasing clockwise	Access	rw
Default value	0	PDO mapping	no

8.5 Object 2006h: Accept parameters

With write access to this object, the measuring system accepts the parameters in the non-volatile memory (EEPROM).

Index	0x2006	Object type	VAR
Name	Accept_Parameters		
Data type	UNSIGNED8	Category	Optional
Value range	not relevant	Access	rw
Default value	0	PDO mapping	no



8.6 Object 2007h: Position value

With this object it is possible to read the contents of the mapping object “Object 3100h: Mapping”, also in acyclic data exchange over a SDO request.

Index	0x2007	Object type	Array
Name	Position_Value		
Data type	UNSIGNED32	Category	Optional

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x2
Value range	0…0x02

Sub-Index	**001**
Description	Low_Word
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**002**
Description	High_Word
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

	Position Low_Word				**Position High_Word**			
	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
CEx-65	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}	-	-	-	-
COx-65	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}	2^{39} to 2^{32}	2^{47} to 2^{40}	2^{55} to 2^{48}	2^{63} to 2^{56}

8.7 Object 3100h: Mapping

The object defines the output position value for the mapping parameter object 1A00 (Transmit-PDO).

Index	0x3100	Object type	Array
Name	Mapping		
Data type	UNSIGNED32	Category	Optional

Sub-Index	**000**
Description	Number of entries
Access	CONST
PDO mapping	no
Default value	0x2
Value range	0…0x02

Sub-Index	**001**
Description	Position_Low
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	ro
PDO mapping	yes
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

Sub-Index	**002**
Description	Position_High
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	ro
PDO mapping	yes
Default value	0
Value range	0…0xFF FF FF FF

	Position_Low				**Position_High**			
	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
CEx-65	2^{7} to 2^{0}	2^{15} to 2^{8}	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}	-	-	-	-
COx-65	2^{7} to 2^{0}	2^{15} to 2^{8}	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}	2^{39} to 2^{32}	2^{47} to 2^{40}	2^{55} to 2^{48}	2^{63} to 2^{56}



9 Error handling

9.1 Possible Error sources and Error symptoms

- **Physical layer error sources**
  - *Loss of link*
  - *Incorrect physical operating mode* (10 Mbit/s or full duplex)
  - *CRC Error*
  - *Rx buffer overflow*
  - *Tx buffer underrun*

- **EPL Data Link Layer error symptoms**
  - *Loss of SoC-Frame*
  - *Loss of SoA-Frame*
  - *Loss of PReq-Frame*
  - *Loss of PRes-Frame*
  - *Collisions*
  - *Cycle Time exceeded*
  - *Timing Violation*

Error recognition strongly depends of the device's hardware and software implementation. Error support of the device is indicated by the respective device description entry.

General CN error handling

Error symptom	Supported by the device	Cumulative Counter	Threshold Counter	Direct Reaction	Datalink-Layer Local Handling	Error Codes	NMT Local Handling
Loss of link	no	o		o	These are considered to be error sources	0x8165	Logging in object 0x1003
Incorrect Physical operating mode	no			o		0x8161	Logging in object 0x1003
Tx/Rx Buffer underrun / overflow	**yes**			**o**		**0x8166**	[1] NMT_GT6, internal communication error
CRC Error	**yes**	**m**	**o**			**0x8164**	[2] NMT_CT11, Error condition
Collision	**yes**	**o**	**o**			**0x8163**	[1] NMT_GT6, internal communication error
Invalid Format	no			m		0x8241	[1] NMT_GT6, internal communication error Logging in object 0x1003
SoC Jitter out of range	no	o	o	o		0x8235	[2] NMT_CT11, Error condition Logging in object 0x1003
Loss of PReq	no	o	o			0x8242	[2] NMT_CT11, Error condition Logging in object 0x1003
Loss of SoA	no	o	o			0x8244	[2] NMT_CT11, Error condition Logging in object 0x1003
Loss of SoC	**yes**	**m**	**m**		CN sends (PResp) the last or actual values. Invalid data aren't sent in any case.	**0x8245**	[2] NMT_CT11, Error condition

Table 13: CN error handling

M = Mandatory
o = optional

---

[1] *NMT_GT6*, internal communication error --> *NMT_GS_RESET_APPLICATION*,
see NMT State Machine page 119

[2] *NMT_CT11*, Error Condition --> *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1*,
see NMT CN State Machine page 121



9.2 Error registration

9.2.1 Threshold Counter

Every time an error symptom occurs the threshold counter is incremented by 8. After each cycle without reoccurance of the error the counter is decremented by 1.

When the threshold value is reached (threshold counter ≥ threshold) an action is triggered and the threshold counter is reset to 0.

The threshold, for reaction the error message, is specified in the respective object, e.g. *Object 1C0Bh: DLL_CNLossSoC_REC*, Sub-Index 3: *Threshold_U32*.

Immediate error reaction is commanded by a threshold value of 1.

Threshold counting and error reaction may be deactivated by setting the threshold value to 0.

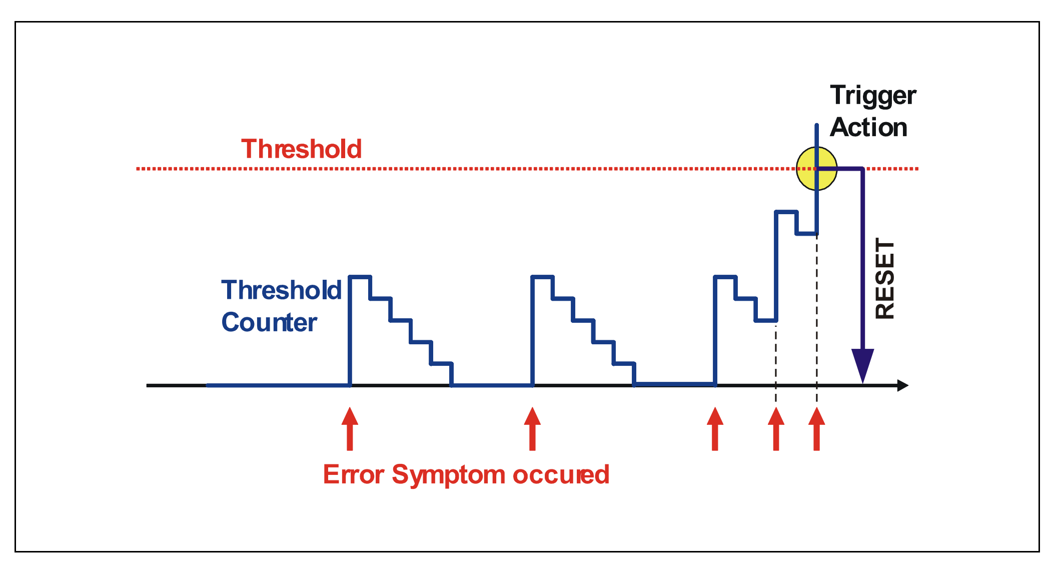


Figure 17: Threshold Counter, ThresholdCnt_U32

9.2.2 Cumulative Counter

The cumulative counter is incremented by 1 every time an error symptom occurs. Because the cumulative counter is not reset at system start or by reset commands, also an overflow may occur.

9.3 Supported Error messages

9.3.1 Transmission- / CRC error

- **Error source**

  Transmission errors are detected by the hardware (CRC-Check) in the Ethernet-Controller. Received frames containing CRC errors are simply discarded.

- **Error recognition**

  Every time a frame is lost, the node checks if a CRC error is occurred. Also CRC errors on unexpected frames are detected.

- **Error handling**

  If a CRC error is detected, it is logged as Error code in the StatusResponse frame and transmitted then to the MN. Error reaction is triggered by the threshold counter mechnism in Object 1C0Fh: DLL_CNCRCError_REC on page 155. If the threshold counter violates the threshold, the CN NMT state machine is handle this error source as “Error condition” (NMT_CT11) and changes the measuring system state to *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1*.

- **Error signaling**

  With the internal error function mechanism the error is registered into the “Static Error Bit Field”. The Static Error Bit Field is part of the StatusResponse frame.

Format:

Byte Offset	Description
1	Content of Object 1001h: ERR_ErrorRegister_U8, 0x01
2	reserved
3-8	Error Code = 0x8164

Table 14: Static Error Bit Field, fragment of the StatusResponse frame



9.3.2 Loss of SoC

- **Error source**
  Loss of SoC error is detected by the Datalink-Layer CN Cycle State Machine and reported as an error event.

- **Error handling**
  If a Loss of SoC error is detected, it is logged as Error code in the StatusResponse frame and transmitted then to the MN. Error reaction is triggered by the threshold counter mechnism in Object 1C0Bh: DLL_CNLossSoC_REC on page 153. If the threshold counter violates the threshold, the CN NMT state machine is handle this error source as “Error condition” (NMT_CT11) and changes the measuring system state to *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1*.

- **Error signaling**
  With the internal error function mechanism the error is registered into the “Static Error Bit Field”. The Static Error Bit Field is part of the StatusResponse frame.

Format:

Byte Offset	Description
1	Content of Object 1001h: ERR_ErrorRegister_U8, 0x01
2	reserved
3-8	Error Code = 0x8245

Table 15: Static Error Bit Field, fragment of the StatusResponse frame

9.3.3 Rx MAC Buffer Overflow / Tx MAC Buffer Underrun

- **Error source**

  If the Receive MAC buffer of the CN overflows, it cannot receive frames for a while. The Transmit MAC buffer underrun error on the physical layer occurs; when the buffer becomes empty during transmission.

- **Error recognition**

  Whenever a loss of a frame or a timing violation is detected, the CN checks the Physical Layer for an Rx MAC buffer overflow or a Tx MAC buffer underrun on the Ethernet MAC controller.

- **Error handling**

  If a Rx MAC buffer overflow / Tx MAC buffer underrun error is detected, it is logged as Error code in the StatusResponse frame and transmitted then to the MN. Error reaction is triggered immediately after detection of the error. The CN NMT state machine is handle this error source as “Internal Communication Error” (NMT_GT6) and changes the measuring system state to *NMT_GS_RESET_APPLICATION*.

- **Error signaling**

  With the internal error function mechanism the error is registered into the “Static Error Bit Field”. The Static Error Bit Field is part of the StatusResponse frame.

Format:

Byte Offset	Description
1	Content of Object 1001h: ERR_ErrorRegister_U8, 0x01
2	reserved
3-8	Error Code = 0x8166

Table 16: Static Error Bit Field, fragment of the StatusResponse frame



9.3.4 Collisions

- **Error source**

  The number of hubs in the EPL network is notmay violate the path delay variability specification of IEEE 802.3. Because standard Ethernet controllers according to IEEE 802.3 are used, collisions can be detected only in some cases.
  Ethernet POWERLINK doesn't depend on the discovery of collisions.
  In *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_1*, *NMT_CS_PRE_OPERATIONAL_2*, *NMT_CS_READY_TO_OPERATE* and *NMT_CS_OPERATIONAL*, no collisions should occur due to the EPL cycle design. If a node doesn't follow these requirements, then the determinism and the high precision synchronisation cannot be guaranteed anymore. Nevertheless collisions can occur in case of configuration failures or defect nodes.

- **Error recognition**

  If the Ethernet controller discovers a collision in the EPL network, the standard Ethernet procedure for collisions is started.

- **Error handling**

  If a Collision error is detected, it is logged as Error code in the StatusResponse frame and transmitted then to the MN. Error reaction is triggered by the threshold counter mechnism in Object 1C0Ah: DLL_CNCollision_REC on page 152. If the threshold counter violates the threshold, the CN NMT state machine is handle this error source as “Internal Communication Error” (NMT_GT6) and changes the measuring system state to *NMT_GS_RESET_APPLICATION*.

- **Error signaling**

  With the internal error function mechanism the error is registered into the “Static Error Bit Field”. The Static Error Bit Field is part of the StatusResponse frame.

Format:

Byte Offset	Description
1	Content of Object 1001h: ERR_ErrorRegister_U8, 0x01
2	reserved
3-8	Error Code = 0x8163

Table 17: Static Error Bit Field, fragment of the StatusResponse frame

10 Error Causes and Remedies

10.1 Optical displays

The LED function is controlled by NMT State Machine transitions; see Figure 10 on page 119 and Figure 11 on page 121. LED allocation see chapter “Bus status display” on page 133.

Error LED	Cause	Remedie
OFF	No error, node is in state *NMT_CS_OPERATIONAL* (NMT_CT7)	Normal operating state
	If the node doesn't receive any SoC, PReq, PRes or SoA frame during a definable timeout intervall after entering the *NMT_CS_NOT_ACTIVE* state, the node changes over to *NMT_CS_BASIC_ETHERNET* (NMT_CT3).	Timeout is defined in Object 1F99h: NMT_CNBasicEthernetTimeout_U32, page 166. Default value = 5 s. The informations indicated there must be considered.
	It was executed a hardware- or a local software RESET. The node is initialized and changes into the state *NMT_GS_INITIALISING* (NMT_GT2).	According to the state machine the node must be taken into operation again.
ON	Due to an internal error the node was transferred into the state “Error condition” (NMT_CT11). Causes for this can be CRC errors or Loss of frames.	- In order to locate the error, the reported Error code in the StatusResponse frame must be evaluated, see Error Codes on page 187. Optionally the threshold must be adjusted in the corresponding objects.
	Due to an internal error the node was transferred into the state “Internal Communication Error” (NMT_GT6). Causes for this can be Tx/Rx buffer underrun/overflow errors or Collision errors.	- In order to locate the error, the reported Error code in the StatusResponse frame must be evaluated, see Error Codes on page 187. Optionally the threshold must be adjusted in the corresponding objects.

Link LED	Cause	Remedie
OFF	Voltage supply absent or too low	- Check voltage supply, wiring - Is the voltage supply in the permissible range?
	No bus connection	Check bus cable
	Hardware error, measuring system defective	Replace measuring system
FLASHING	Measuring system ready for operation, connection to master established, data transfer active.	-
ON	Measuring system ready for operation, connection to master established, no data transfer.	-



10.2 SDO Abort Codes

Abort SDO Transfer Protocol see page 118.

Code	Description
0x05 03 00 00	reserved
0x05 04 00 00	SDO protocol timeout
0x05 04 00 01	Client/Server command invalid or unknown
0x05 04 00 02	Invalid block size
0x05 04 00 03	Invalid sequence number
0x05 04 00 05	Memory too small
0x06 01 00 00	Unsupported object access
0x06 01 00 01	Read access to an object that can only be written
0x06 01 00 02	Write access to an object that can only be read
0x06 02 00 00	Object not present in the object dictionary
0x06 04 00 41	The object cannot be mapped in the PDO
0x06 04 00 42	The quantity and length of the mapped objects exceed the PDO length
0x06 04 00 43	General parameter incompatibility
0x06 04 00 44	Invalid heartbeat decleration
0x06 04 00 47	General incompatibility in the device
0x06 06 00 00	Access error due to a hardware error
0x06 07 00 10	Wrong data type, length of service parameters incorrect
0x06 07 00 12	Wrong data type, length of service parameters too large
0x06 07 00 13	Wrong data type, length of service parameters too small
0x06 09 00 11	Sub-index does not exist
0x06 09 00 30	Parameter value range exceeded, only during write access
0x06 09 00 31	Written parameter value too large
0x06 09 00 32	Written parameter value too small
0x06 09 00 36	Maximum value is smaller than minimum value
0x08 00 00 00	General error
0x08 00 00 20	Data cannot be transmitted or stored in the application
0x08 00 00 21	Data cannot be transmitted or stored in the application. Reason: local control
0x08 00 00 22	Data cannot be transmitted or stored in the application, reason: current device status
0x08 00 00 23	Dynamic creation error in the object dictionary, or no object dictionary present
0x08 00 00 24	EDS, DCF or Concise DCF data record contains no data

Table 18: SDO Abort Codes

10.3 Error Codes

With occurrence of an internal device failure, Error codes are registered in the "Static Error Bit Field" and embedded as fragment part into the StatusResponse frame.

	Bit Offset							
Byte Offset	7	6	5	4	3	2	1	0
0	res	res	res	EN	EC	res	res	res
1	res	res	PR			RS		
2	NMT Status							
3-5	reserved							
6-13	**Static Error Bit Field**							
14-…	OPTIONAL: Error history / Events (min. 2 * 20 bytes)							

Figure 18: StatusResponse frame

Byte Offset	Description
1	Content of Object 1001h: ERR_ErrorRegister_U8
2	reserved
3-8	**Error Code**

Figure 19: Static Error Bit Field, fragment of the StatusResponse frame

Error Code (hex)	Description
0x816x	**Hardware error**
0x8163	Collision errors, see - Chapter "Collisions", page 184 - Chapter "Error handling", page 178 - Chapter "Object 1C0Ah: DLL_CNCollision_REC", page 152
0x8164	CRC errors, see - Chapter "Transmission- / CRC error", page 181 - Chapter "Error handling", page 178 - Chapter "Object 1C0Fh: DLL_CNCRCError_REC", page 155
0x8166	Tx/Rx buffer underrun / overflow, see - Chapter "Rx MAC Buffer Overflow / Tx MAC Buffer Underrun", page 183 - Chapter "Error handling", page 178
0x824x	**Frame errors**
0x8245	Loss of a Start of Cycle frame, see - Chapter "Loss of SoC", page 182 - Chapter "Error handling", page 178 - Chapter "Object 1C0Bh: DLL_CNLossSoC_REC", page 153

Table 19: Error Codes



10.4 Error Register, Object 0x1001

Bit	Failure	Cause	Remedie
0	Bit 0 = 1	Device internal fault occurred. Either the node is in state "Error Condition" (NMT_CT11) or in "Internal Communication Error" (NMT_GT6) state.	In order to locate the error, the reported Error code in the StatusResponse frame must be evaluated, see Error Codes on page 187. Optionally the threshold must be adjusted in the corresponding objects.

Table 20: Error signaling in the Error Register 0x1001

10.5 Miscellaneous faults

Fault	Cause	Solution
Position skips of the measuring system	Strong vibrations	Vibrations, impacts and shocks, e.g. on presses, are dampened with "shock modules". If the error recurs despite these measures, the measuring system must be replaced.
	Electrical faults EMC	Perhaps isolated flanges and couplings made of plastic help against electrical faults, as well as cables with twisted pair wires for data and supply. The shielding and line routing must be executed in accordance with the Equipment Mounting Directives for the respective field bus system.
	Extreme axial and radial load on the shaft may result in a scanning defect.	Couplings prevent mechanical stress on the shaft. If the error still occurs despite these measures, the measuring system must be replaced.

Table 21: Miscellaneous faults